

کافی تجربے درج ہیں۔ میلڈ سے کا تجربہ البتہ اس میں شریک نہیں ہے۔ مترجم نے عثمانیہ یونیورسٹی کے بی۔ اے کے لئے ڈٹکن و سٹارنگ کی کتاب آواز کا جو ترجمہ کیا ہے اس میں یہ مضمون اپنی طرف سے بڑھا دیا ہے۔ طبیعی متاظر کے تجربے بھی اس کتاب سے خارج ہیں۔ اس لئے اسی فصاحت کی کتاب نور میں مترجم اپنی طرف سے جو زائد مضمون بطور ضمیمہ لکھ رہا ہے اس میں بچھڑا اور امور کے تداخل نور و طول موج وغیرہ کے تجربے بھی شامل کئے جا رہے ہیں۔ لہذا مناسب نہیں سمجھا گیا کہ ان کو اس کتاب میں بھی درج کیا جائے فقط

# فہرستِ مضمین

## آوازیں

— (۱۰) —

صفحہ

۱	پچھلا باب - تہمدی نظریہ
۱	فصل (۱) - رفتارِ تعدد اور طولِ موج
۵	فصل (۲) - گنگ
۱۲	دوسرا باب - تعدد اور تعاش
۱۲	فصل (۱) - تعدد کی تعیین کے طریقے
۲۰	فصل (۲) - ضربیں
۲۴	تیسرا باب - تنے ہوئے تار کا عرضی ارتعاش
۲۴	فصل (۱) - عرضی موجوں کی اشاعت
۲۴	تنے ہوئے تار پر سے
۲۶	فصل (۲) - تنے ہوئے تار کے
۲۶	مقیم ارتعاش
۳۶	فصل (۳) - طبیعیات موسیقی آلات کو
۳۶	ہم سر کرنے سے متعلق
۳۸	آواز پر مزید علمی مشقیں

# روشنی یا نور

~~~~~

- ۴۰ پھلا باب - ہندسی نور کے کلیتے
- ۴۱ فصل (۱) - اختلاف منظر
- ۴۴ فصل (۲) - مستوی سطحوں سے انعکاس
- ۴۴ فصل (۳) - مستوی سطحوں میں روشنی کا
- ۵۳ انعکاس
- ۷۴ فصل (۴) - آتشی منحنیاں
- ۸۰ دوسرا باب - کروی آئینے
- ۸۰ فصل (۱) - تمہیدی نظریہ
- ۸۵ فصل (۲) - مقعر آئینہ میں حقیقی خیال کی
- ۸۵ پیدائش
- ۸۹ فصل (۳) - کروی آئینہ میں مجازی
- ۸۹ خیال کی پیدائش
- ۹۲ تیسرا باب - عدسے
- ۹۲ فصل (۱) - تمہیدی نظریہ
- ۹۲ فصل (۲) - عدسوں کے ساتھ آسان
- ۹۶ تجربے
- ۱۰۵ چوتھا باب - آئینوں اور عدسوں سے متعلق مزید تجربے
- ۱۰۵ فصل (۱) - کروی آئینہ کے انحناء کا
- ۱۰۵ نصف قطر
- ۱۱۱ فصل (۲) - عدسہ کا ماسکی طول

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| ۱۱۵ | فصل (۳)۔ انعطاف نماؤں کی تعیین     |
| ۱۲۱ | پانچواں باب۔ مناظری تختہ           |
| ۱۲۱ | فصل (۱)۔ مناظری تختہ کی تعمیر      |
| ۱۲۳ | فصل (۲)۔ مناظری تختہ کے ساتھ تجربے |
| ۱۳۴ | چھٹا باب۔ مناظری آلات              |
| ۱۳۴ | فصل (۱)۔ سادہ عدسہ کی تکبیری طاقت  |
| ۱۳۷ | فصل (۲)۔ خوردیں                    |
| ۱۴۴ | فصل (۳)۔ دور بین                   |
| ۱۵۰ | فصل (۴)۔ مناظری قندیل              |
| ۱۵۴ | ساتواں باب۔ طیوف اور طیف پیم       |
| ۱۵۴ | فصل (۱)۔ طیف بنانے کی ترکیب        |
| ۱۵۷ | فصل (۲)۔ طیف پیم                   |
| ۱۷۲ | اٹھواں باب۔ ضیا پیمائی             |
| ۱۷۲ | فصل (۱)۔ عام اصول                  |
| ۱۷۵ | فصل (۲)۔ ضیا پیمائی تجربے          |
| ۱۸۴ | فصل (۳)۔ تنویر کی پیمائش           |
| ۱۸۶ | روشنی پر مزید مشقیں                |
| ۱۹۰ | ضمیمہ                              |
| ۱۹۴ | تنبیہ منجانب مترجم                 |



بسم اللہ الرحمن الرحیم

طبیعیات عملی

برائے بی۔ اے۔

آواز

پہلا باب

تمہیدی نظریہ

فصل اول، رفتار تعدد و طول موج

آواز پر جو عملی شقیں دیجاتی ہیں اکثر یا تو مختلف واسطوں میں آواز کی قیاسین سے متعلق ہوتی ہیں یا امتداد اور اس سے منسوب امور، تعدد ارتعاش اور طول موج سے کسی مادی واسطہ میں بھی آواز کی اشاعت ایک موجی حرکت کی شکل میں ہوتی ہے۔ مبداء آواز سے واسطہ میں ایک طرح کا خلل پیدا ہوتا ہے جو واسطہ میں منتقل ہوتا ہوا سننے والے کے کان تک پہنچ کر آواز کے احساس کا باعث ہوتا ہے۔

آواز کی رفتار، جس واسطہ میں سے آواز گذرتی ہے اس کی

نویسٹ کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ اگر رفتار کو (س) قرار دیا جائے واسطہ کی  
 ہلکے کا میعار (م) اور اس کی کثافت (ث) تو  $s = \frac{m}{\theta}$  (۱)  
 اس ضابطہ میں موجی حرکت سے واسطہ میں جس قسم کا فساد وقوع میں  
 آئے گا اس کی مناسبت سے (م) یعنی ہلکے کا میعار قائم کیا جائیگا۔

### گیس میں آواز کی رفتار پر تپش کا اثر

آواز کی موجیں جب کسی گیس میں سے گزرتی ہیں تو ہلکے کا میعار (۱) لیا جاتا ہے  
 یہاں (۷) سے مراد وہ مستقل نسبت ہے جو گیس کی مستقل دباؤ  
 کی حالت کی حرارت نوعی کو اس کی مستقل حجم کی حالت کی حرارت نوعی سے  
 ہوتی ہے۔ اور (د) سے مراد گیس کا دباؤ ہے۔ پس جب آواز کی رفتار  
 (س) کسی گیس میں ناپی جاتی ہے تو

$$s = \frac{m}{\theta} \quad \text{دیکھو دفعہ نمبر ۱۰ صفحہ ۱۰}$$

ث سے مراد گیس کی کثافت ہے۔

حرارت کے حصہ میں بتایا گیا ہے کہ  $\frac{d}{s} = \frac{1}{\theta}$  س ت جہاں  
 (س) گیس کا مستقل اور ت اس کی مطلق تپش ہے۔ اس لئے  $s =$   
 اس ت جس سے ظاہر ہے کہ س کو گیس کی مطلق تپش کے جذر المربع سے  
 راست نسبت ہے۔

اگر گیس کے پھیلاؤ کی قدر کو (د) لکھا جائے (جس کی قیمت  $\frac{1}{\theta}$   
 ہے) تو  $\frac{d}{s} = 1 + \frac{1}{\theta}$

جس میں ت سے مراد تپش مٹی درجوں میں ہے۔

$$s = \frac{m}{\theta} \quad \text{آواز کی رفتار گیس میں ت مٹی پر}$$

$$s = \frac{m}{\theta} \quad \text{آواز کی رفتار گیس میں صف درجہ مٹی پر}$$

$$s = \frac{m}{\theta} \quad \text{یا س ت = س.}$$

جب ت کی مقدار بڑی نہیں ہوتی ہے تو اس مساوات کو اس تقریبی شکل میں لکھ سکتے ہیں :

جس سے کسی معمولی پیش پر بھی آواز کی رفتار کا شمار ہو سکتا ہے، اگر صفر درجہ ثنی پر رفتار کی قیمت معلوم ہو۔

### امتداد اور تعداد ارتعاش

کسی سرگام موسیقی ابتدا و اس سرگام پیدا کرنے والے جسم کے تعداد ارتعاش (یعنی تعداد ارتعاش فی ثانیہ) کے تابع ہے۔ جو سرپایوں کا وسطی (سا، کھلاتا ہے اس کا تعداد ارتعاش ۲۵۶ مانا جاتا ہے۔ اس امتداد کے لئے یہہ تعداد محض علمی ضروریات کیوجہ سے مقرر ہوا ہے۔ کانسرٹ میں اس امتداد کا تعداد ۲۵۶ سے زیادہ ہے۔ امتداد کے بعض دوسرے سینڈرڈ (معیار) اس علمی سینڈرڈ سے اونچے ہوتے ہیں اور بعض نیچے۔

وسطی (سا) کے سرگام تعداد علمی کا مون میں ۲۵۶ مقرر کرنے سے اصل غرض یہہ ہے کہ کسی سرگم میں بھی (سا) کا تعداد ایک صحیح عدد ہو۔ واضح ہو کہ

۲۵۶ = ۲<sup>۲</sup> دوسروں کا موسیقی بعد ان کے ارتعاشوں کے تعدادوں کی نسبت کے تابع ہوتا ہے۔ ذیل میں مختلف <sup>انحصار</sup> تناسب کے ارتعاشوں کی نسبتیں مندرج ہیں

|                     |     |                      |       |
|---------------------|-----|----------------------|-------|
| اوکیٹو (سرگم)       | ۱:۲ | مائز تہرڈ (سوم صغیر) | ۵:۶   |
| نفیثہ (پنجم)        | ۲:۳ | یجر ٹون (کیر سرتی)   | ۸:۹   |
| فورتہ (چہارم)       | ۳:۴ | مائز ٹون (صغیر سرتی) | ۹:۱۰  |
| یجر تہرڈ (سوم کبیر) | ۴:۵ | بیسٹی ٹون (نیم سرتی) | ۱۵:۱۶ |

نوٹ منجانب مترجم۔ طریق کتابت، اضافی تعدادوں وغیرہ کے متعلق ڈونکن اور سٹارٹنگ کی کتاب کے ترجمہ میں شرح و بسط کے

ساتھ لکھا گیا ہے۔ طالب علم اگر اس کتاب کا چھٹا باب کرے دیکھ لے تو بہت مناسب ہوگا۔

رقار آواز، تعدد و ارتعاش اور طول موج میں تعلق فرض کرو کسی واسطہ میں آواز کی رقرار س س م فی ثانیہ ہے۔ ۱۲ اور ب دو نقطے بوجہ کے درمیان فاصلہ س س م ہے (دیکھو شکل ۱)



شکل (۲)

طول موج



شکل (۱)

رقار اور تعدد

(۱) پر فرض کرو ایک شخص شاہد کر رہا ہے اور ب پر ایک مبداء آواز واقع ہے جس کے شرکاء تعدد (ع) ہے۔ ب سے نکل کر ۱ تک پہنچنے کے لئے پھلی موج کو ایک ثانیہ کی مدت چاہئے اس لئے کہ فاصلہ اب کا طول س لیا گیا ہے۔ پس ۱ کے پاس جب پھلی موج پہنچتی ہے تو ب سے (ع) ویں موج نکل رہی ہوتی ہے۔ لہذا ۱ اور ب کے بیچ میں ع موجیں ہوں گی جو ۱ کی طرف آ رہی ہوں گی۔ اگر ہر ایک موج کا طول (ل) ہو۔ شکل (۲) تو اب کا طول ع ل کے مساوی ہوگا جس سے مندرجہ ذیل تعلق ماخوذ ہوتا ہے۔

$$س = ع ل$$

## فصل (۲) گنگ

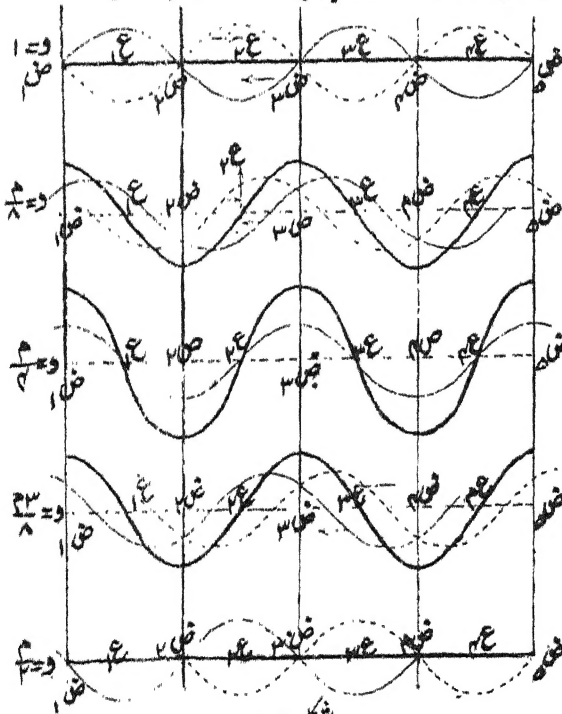
### گنگ کا اصول

جب ایک ہی تعداد کے دو جسم ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں اور ان میں سے ایک مرتعش کیا جاتا ہے تو دوسرا جسم بھی اُس کی وجہ سے ارتعاش کرنے لگتا ہے۔ حیث ارتعاش ایسی صورتوں میں کافی بڑا ہو سکتا ہے۔ حتیٰ کہ پھلا جسم ساکن ہو جانے پر بھی دوسرے جسم کا ارتعاش دیر تک جاری رہنا ممکن ہے۔ یہ اصول نہ صرف آواز ہی پر صادق آتا ہے بلکہ تمام قسم کی ارتعاشی حرکتوں پر حاوی ہے اس کے سمجھنے کے لئے فرض کرو دو ایک ہی سر کے دو شاخے قریب میں واقع ہیں اور ان میں سے ایک مرتعش کیا جاتا ہے۔ دوسرے دو شاخے کے پاس، ہوا کی موجی حرکت کی وجہ سے، باقاعدہ خلل، مساوی وقفوں سے پہنچیں گے۔ جب تکشف کی حالت پہنچے گی تو اس دو شاخہ کا قریب کا سرا پھلے دو شاخے سے ذرا سا دور ہٹا دیا جائیگا اور جب تلطف کی حالت پہنچے گی تو یہ سرا اسقدر نزدیک پہنچا جائیگا۔ چونکہ دونوں کے تعداد ایک ہیں دوسرے دو شاخہ کا سرا ہوا کی تکشف زائل ہوتے ہی طبعی طور پر حالت سکون میں واپس ہونے لگے گا اور اسی وقت اس کے پاس کی ہوا میں پھلے دو شاخہ کے ارتعاش کی وجہ سے تلطف کی حالت شروع ہو جائیگی اس لئے اس دوسرے دو شاخے کی حرکت واپسی تیز تر ہو جائیگی۔ خود اپنے معیار حرکت کی وجہ سے شاخ وضع سکون میں آکر ٹہرنی نہیں بلکہ دوسرے جانب بڑھ جاتی ہے۔ ہوا کی تلطف عین اس موقع پر پیدا ہونے سے شاخ اس طرف اور آگے بڑھ جاتی ہے۔ ایسی طرح جب وہ دوسری سمت میں حرکت کرنے لگتی ہے ہیک اسی وقت ہوا میں (پھلے دو شاخے کے ارتعاش سے) تکشف

پیدا ہو کر اس کی حرکت میں اضافہ ہوتا ہے۔ بالفاظ دیگر اس دو شاخ میں نہ صرف اس کی ذاتی چمک کی وجہ سے ارتعاش شروع ہوتا ہے بلکہ اس کے قریب کی ہوا کی باقاعدہ حرکت سے اس پر علی التواتر موافق حالتوں میں مناسب قوتیں اثر کرنے لگتی ہیں۔ ان قوتوں کا اثر کو مفرداً ناقابل لحاظ ہوتا ہے اجتماعی حیثیت سے اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ یہ دو شاخ وسیع حیطہ پر حرکت کرنے لگتا ہے۔ ایسے ارتعاشوں کا نام ملک ہے۔ ملک کی دوسری صورتوں کی توضیح بھی اس کے مشابہ ہو سکتی ہے۔

### مقیم ارتعاش

جب مساوی حدت کے موجوں کے ۲ سلسلے ایک واسطہ میں مخالف



شکل (۳) مقیم ارتعاش

جانب گزرتے ہیں تو واسطہ میں مقیم ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔

شکل (۳) میں فرض کرو باریک موجی خط سے مراد بائیں طرف کو جانینوالی ایک موج ہے اور نقطہ دار خط سے مراد سید ہے جانب جانینوالی ایک دوسری موج۔ ان دونوں کے عمل سے واسطہ کی جو حاصل حرکت ہوگی موٹے خط کے ذریعہ بتائی گئی ہے مساوی وقفوں سے حرکت کی پانچ صورتیں بتائی گئی ہیں۔ شکل کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ بعض نقطے (ع ۱ ع ۲ وغیرہ) کبھی حرکت نہیں کرتے ہیں اور بعض دوسرے (ض ۱ ض ۲ وغیرہ) خط کے اور نقطوں کی بہ نسبت بہت زیادہ حرکت کرتے ہیں۔ ع ۱ ع ۲ وغیرہ کو عقدہ کہتے ہیں اور ض ۱ ض ۲ وغیرہ کو ضیہ عقدہ۔

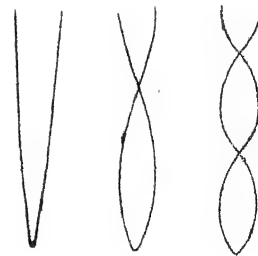
معتدلات و قریب ترین عقدوں یا ان کے ضدوں کا درمیانی فاصلہ نصف طول موج کے برابر ہے۔ یا ایک عقدے اور اس کے متصل کے ضد عقدے کے درمیان  $\frac{1}{2}$  طول موج فاصلہ ہے۔

ذیل میں جو تجربے بیان کئے جاتے ہیں ان میں اس نتیجہ سے مدد لی جائیگی۔

### گمگ کی نلی

اگر کسی نلی کے طول میں مناسب طریقہ پر حسب منشاء تبدیلی کیجا سکتی ہے تو اس کے اندر کا ہوائی اُسطوانہ

ضروری ترتیب کے بعد مختلف سروں کے ساتھ گمگ دے سکتا ہے۔ اگر نلی کا ایک سرا بند ہو تو اس کے اندر کی ہوائ کے بیٹے ہر ایسا ارتعاش ممکن ہے جس میں نلی کے کھلے سرے کے پاس بے ردک حرکت اور بند سرے کے پاس صفر حرکت



شکل (۴)

گمگ کی نلی میں ہوا کے ارتعاش کی وضعیں۔

ہوتی ہے یعنی کھلا سیرا ضد عقدہ اور بند سیرا عقدہ ہو۔ شکل (۴) میں اس ارتعاش کی چند وضعیں بتائی گئی ہیں۔ ان کے دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ نلی کا طول بالترتیب  $\frac{1}{4}$ ،  $\frac{3}{4}$ ،  $\frac{5}{4}$ ،  $\frac{7}{4}$ ،  $\frac{9}{4}$  وغیرہ کے برابر ہے۔ جس میں  $\frac{1}{4}$ ،  $\frac{3}{4}$ ،  $\frac{5}{4}$ ،  $\frac{7}{4}$ ،  $\frac{9}{4}$  وغیرہ اسطوانے کے ممکن ارتعاشوں کے طول موج ہیں۔

نلی کے کھلے سرے کے پاس ایک دو شاخہ کو ارتعاش میں لانے سے نلی کی ہوا میں مقبض ارتعاش پیدا ہوتا ہے اس لئے اس میں دو شاخہ کے ارتعاش کی وجہ سے کھلے سرے سے شروع ہو کر بند سرے تک موسیقی موجیں گزرتی ہیں اور یہاں سے منعکس ہو کر واپس لوٹ جاتی ہیں۔

پس ایک معین سرے کے دو شاخہ کو اگر نلی کے کھلے سرے پر مرتعش کر کے نلی کے ہوائی اسطوانے کے طول کو حسب ضرورت گھٹا بڑھا کر گمک پیدا کی جائے تو اسطوانے کا سب سے چھوٹا طول (ل) جو گمک دیگا  $\frac{1}{4}$  کے مساوی ہوگا جس میں  $\frac{1}{4}$  سے مراد دو شاخہ کے سر کا طول موج ہے جو ہوا میں ناپا جاتا ہے۔

اس سے بڑے ہوائی اسطوانے کے طول کو جو دو شاخہ کے ساتھ گمک دیگا اگر ل  $\frac{3}{4}$  لکھا جائے تو  $\frac{3}{4}$  اس طرح ل  $\frac{3}{4}$  =  $\frac{1}{4}$  +  $\frac{2}{4}$  وغیرہ۔ پس واضح ہے کہ اس طریق عمل سے ہوا میں دو شاخہ کے سر کے طول موج کی تعیین ہو سکتی ہے۔

نلی کے قطر کی وجہ سے ایک خفیف تصحیح کی ضرورت ہوتی ہے طول (ل) ٹھیک  $\frac{1}{4}$  کے مساوی نہیں ہوتا ہے۔ اور نل ٹھیک  $\frac{3}{4}$  کے مساوی۔ اسطوانی نلی کے لئے یہ تصحیح نصف قطر (ط) کے تقریباً  $\frac{1}{4}$  ہوتی ہے

$$\text{یعنی مصححہ طول} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\text{اور} \quad \frac{3}{4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$$



پس شمار میں یہہ مصحح طول استعمال ہو سکتے ہیں۔  
 اگر ل اور ل<sup>م</sup> دونوں دریافت ہو جائیں تو تصحیح کے  
 معلوم کرنے کی ضرورت نہیں اس لئے کہ ل<sup>م</sup> اور ل کا  
 تفاوت نکالنے سے تصحیح سا قسط ہو جاتی ہے۔  
 اس طریقہ سے اگر معلوم تعدد کے دو شاخہ کے سر کا  
 طول موج (ل) دریافت کر لیا جائے تو نلی کی ہوا میں آواز  
 کی رفتار کا شمار ہو سکتا ہے۔ کیونکہ

$$س = ع \cdot ل$$

(ع) معلوم ہے اور (ل) کی قیمت دریافت کر لی گئی ہے  
 پس س کی قیمت بھی ماخوذ ہو جاتی ہے۔ اگر پھلے سے  
 س کی قیمت معلوم ہو تو اس تجربہ سے (ع) کو شمار کر لے  
 سکتے ہیں۔

یہی تجربہ اگر دو دو شاخوں سے کیا جائے تو ان کے تعددوں  
 کی نسبت کی یقین ہو سکتی ہے۔ اگر ایک دو شاخے کا  
 تعدد ع<sub>۱</sub> اور اس کے سر کا طول موج ہوا میں ل<sup>م</sup> فرض  
 کیا جائے اور دوسرے کا تعدد ع<sup>م</sup> اور طول موج ل<sup>م</sup> تو

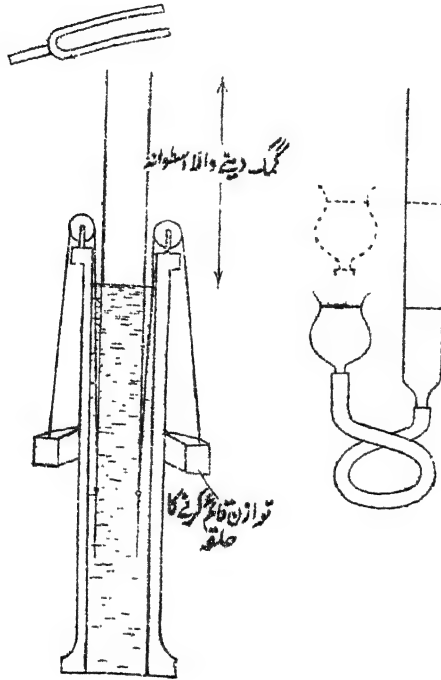
$$س = ع_۱ \cdot ل^م$$

$$س = ع^م \cdot ل^م$$

$$\frac{ع_۱}{ع^م} = \frac{ل^م}{ل^م}$$

تجربہ ۱۱۔ گمک کی نلی۔ شکل ۱۵، کی دو قسم کی نلیوں  
 میں سے کسی ایک کو اس کام کے لئے استعمال کر سکتے ہیں

پھلی قسم میں پتیل کی ایک نلی جس کا جو جہہ حلقہ کی شکل کے ایک وزن سے سنبھالا جاتا ہے پانی سے بھری ہوئی اوپری اسطوانی نلی کے اندر سے اوپر کو نکل آتی ہے۔



شکل (۵)  
گنگ کی نلیاں

حلقہ کے وزن کی وجہ سے اندر والی نلی کو آسانی سے اوپر یا نیچے ہٹا سکتے ہیں۔ محور کے متوازی اسپر ایک پیمانہ (جس کا صفر نلی کے اوپر کے سرے پر ہوتا ہے) نشی میٹرون میں کندہ ہوتا ہے۔ باہر والی نلی کے ایک جانب شیشہ کا دریچہ ہوتا ہے جس سے نلی کے اندر کی پانی کی سطح کا مقام پیمانہ پر پڑھ لیا جاسکتا ہے۔ (اس طرح)

گمک دینے والے ہوا کی اسطوانے کا طول آسانی سے معلوم کر لیا جاتا ہے۔

دوسری قسم کی نلی کے لئے توضیح کی ضرورت نہیں۔ کنول کی شکل کے برتن کو (جو جو ض کا کام دیتا ہے) حسب ضرورت اوپر اٹھا کر یا نیچے اوتا کر نلی کے اندر پانی کی سطح کو ٹھیک کر سکتے ہیں۔ اور نلی کے ہوائی اسطوانے کا طول ایک معمولی میسری پیمانے سے ناپ لیا جاسکتا ہے۔

گمک کی نلی کے طول کو ترتیب دو تا کہ مختلف دو شاخوں کے ساتھ یکے بعد دیگرے گمک دے اگر ممکن ہو تو ہر ایک دو شاخے کے لئے ہوائی اسطوانے کے گمک کے پچھلے اور دوسرے طول دونوں معلوم کر لو۔

(۱) ان میں سے کسی ایک دو شاخہ کے معلوم تعدد کی مدد سے نلی کی ہوا میں آواز کی رفتار شمار کر دو۔ کمرے کی تپش دیکھ لو۔ اس تپش پر جو رفتار (مہات) شمار ہوگی اس سے

صفحہ (۳) کے ضابطہ مہات =  $\frac{1}{4} \times \text{دست}$

کے ذریعہ صفر درجہ مٹی تپش پر کی رفتار نکال لو۔

(۲) یا اگر آواز کی رفتار ہوا میں صفر درجہ مٹی تپش پر معلوم ہو تو کمرے کی تپش پر رفتار کیا ہوگی حساب کر کے دریافت کرو اور پھر اس کے ذریعہ دئے ہوئے دو شاخہ کا تعدد ارتعاش ماخوذ کرو۔

(۳) نلی کے ذریعہ دو دو شاخوں کے طول موج دریافت کر کے ان کی نسبت سے دو شاخوں کے تعددوں کی نسبت معلوم کرو اور خود ان دو شاخوں پر کندہ کئے ہوئے تعددوں کی نسبت سے اس کا مقابلہ کرو اور دیکھو دونوں کس حد تک موافق ہیں۔

# دوسرا باب

تعدد و ارتعاش

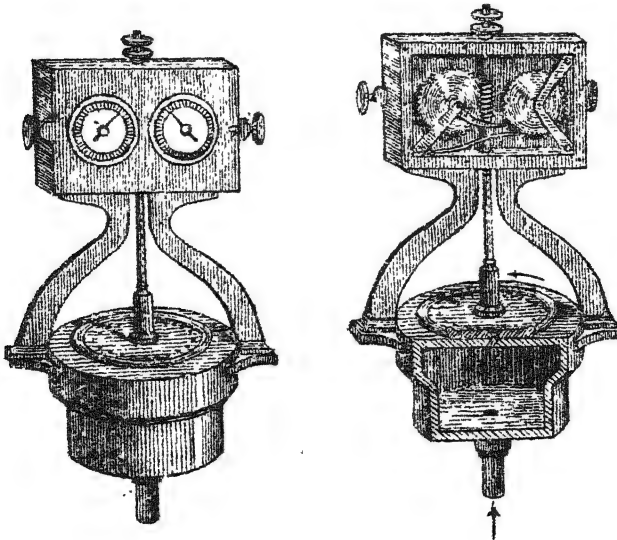
فصل (۱) تعدد کی تعین کے طریقے

گائٹن

گائٹن ایک موسیقی آلہ ہے جس کی مختلف شکلیں ہوتی ہیں۔ علمی اغراض کے لئے اس کی سب سے زیادہ موزون شکل کاپینارڈ ڈی لا طور کی ایجاد ہے۔ ہوا کے ایک صندوقچہ کی اوپر کی سطح میں مساوی فاصلوں پر سوراخوں کی ایک دائری قطار بنائی جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل (۶) میں تراش کے ذریعہ بتایا گیا ہے سوراخ سطح پر عمودی نہیں بلکہ ترچھے واقع ہیں۔ اس صندوقچہ پر اس کی اوپر کی سطح سے بالکل متصل ایک دوسری مدور تختی ہے جس میں صندوقچہ کی سطح کے متماثل سوراخ بنائے گئے ہیں۔ لیکن ان سوراخوں کا میلان سطح کی مخالف سمت میں ہے۔ یہ تختی صندوقچہ پر اس طرح گہومتی ہے کہ اس کے سوراخ صندوقچہ کی سطح کے سوراخوں پر سے ٹھیک گزرتے ہیں جب صندوقچہ کے اندر دباؤ کے ساتھ ہوا بھری جاتی ہے تو ہوا اس کے سوراخوں میں سے نکلیں اور پر کی تختی کے سوراخوں سے ٹکراتی ہے جس سے تختی اپنے محور پر گھومنے لگتی ہے۔

پس صندوقچہ کے سوراخ ترتیب وار بند ہوتے ہیں اور کھلتے ہیں۔ جب کبھی تختی کے سوراخ صندوقچہ کے سوراخوں پر واقع ہوتے ہیں تو ان میں سے ہوا کے جھونکے باہر نکل آتے ہیں۔ چونکہ اس عمل سے ہوا میں مساوی فوفون سے تکثیف کی موجیں پیدا ہوتی ہیں اس لئے آواز محسوس ہونے لگتی ہے۔

دہری کے سرے پر پیچ چکرا اور دندانہ دار چرخوں کے ذریعہ ڈائیلمون پر تختی کے چکروں کی تعداد بتائی جاتی ہے۔ جس عرض مدت میں مقررہ چکر وقوع میں آئیں اس کو معلوم کر لینے سے تختی کے گہومنے کی شرح کی تعیین ہو سکتی ہے۔ فرض کرو تختی اور صندوقچہ کے اوپر کے سرے میں (ع) سوراخ بنے ہیں اور تختی کے (د) ثانیوں میں (ع) پکر ہوئے تو اس عرض مدت (د ثانیوں میں) کل ع ع ۲

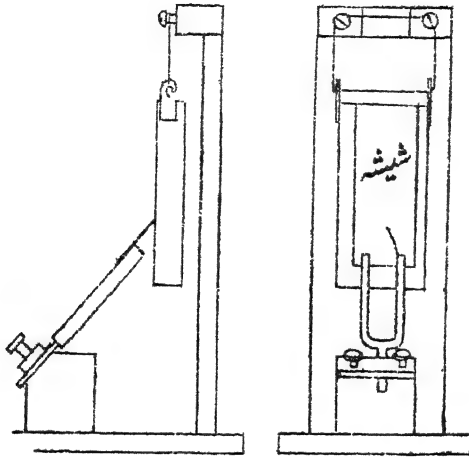


شکل (۶) گائٹن

جھونکے پیدا ہوئے۔ پس تعدد ع ا ع ا ہو گا۔  
 گائٹن کی رفتار کو ترتیب دیکر اس کے سر کو کسی دے  
 ہوئے مرتعش جسم کے سر کے ساتھ ملانے سے اس  
 مرتعش جسم کا تعدد ارتعاش دریافت ہو سکتا ہے کیونکہ  
 وہ گائٹن کے تعدد یعنی ع ا ع ا کے برابر ہے۔  
 تجربہ (۲) گائٹن کے ذریعہ امتداد کی یقین۔ (صفحہ ۳۶)  
 پر جو ہدایات دے گئے ہیں ان کے بموجب عمل کر کے  
 گائٹن کو کسی مرتعش دو شاخے یا بولتی ارگن نلی کے ساتھ  
 ہم سر کر دو۔ دھونکی پر کے دباؤ اور اس کی نلی کے سوراخ  
 کو ٹھیک کر کے تختی کی گردش کی شرح مستقل رکھو اور  
 اس سے گائٹن کا تعدد ارتعاش ع ا ع ا دریافت کر دو  
 یہی اس دو شاخے یا ارگن نلی کے سر کا تعدد ہو گا۔  
 مندرجہ ذیل تجربوں میں تعدد کی یقین کے لئے

دوسرے طریقے اختیار ہوتے ہیں۔  
 تجربہ (۳) گرتی ہوئی تختی کے ذریعہ سر پیدا کرنے کے  
 دو شاخہ کے امتداد کی یقین۔ ایک ہلکا قلم یا موٹا بال  
 دو شاخہ کی ایک شاخ پر کس کر باندھ دو تاکہ دھنیلے  
 شیشے کی ایک تختی کو ایک وزندار ٹیکن کے سہارے سے  
 لٹکا سکیں (شکل ۷)۔ ٹیکن کے سرے میں دو اپس نصب  
 کر کے شیشہ دبا گے کے ذریعہ ان پر سے لٹکا یا  
 جا سکتا ہے۔ دو شاخہ کو ٹیکن پر ایسی جگہ باندھ دو  
 کہ اس کی شاخ پر جو قلم یا بال لگایا جاتا ہے شیشہ کے  
 نیچے والے سرے کو خفیف سا چھوئے۔ دو شاخہ کو  
 سارنگ کی کمان سے مرتعش کر دو اور اپنوں کے بیچ  
 میں سے دبا گا جلا کر شیشہ کو گرا دو۔

اس کے بعد جب شیشہ کو دیکھو گے تو اس کی  
دہنی سطح پر ایک موجی لکیر نظر آئیگی جو شیشہ گرنے



### شکل (۷) گرتی ہوئی تختی کا آکھ

وقت دہوئیں پر قلم کی حرکت سے پیدا ہوئی۔ اس لکیر سے  
حسب طریقہ مہرہ ذیل دو شاخہ کا تعداد دریافت ہو سکتا ہے۔  
(۱) اگر لکیر کا ابتدائی حصہ بالکل واضح ہے تو پھلی  
موج سے آخری موج تک کا فاصلہ (ف) ناپ لو۔  
اور ان موجوں کی تعداد بھی گن لو۔ فرض کرو تعداد (د) ہے  
چونکہ شیشہ اپنے وزن کی وجہ سے گرا (د) ثانیوں میں  
فاصلہ (ف) طے ہوا جو  $\frac{1}{2} g t^2$  کے مساوی ہے اس لئے  
کہ شیشہ سکون کی حالت سے گرنا شروع کیا اور  
ابتداءً اس کی رفتار متغیر تھی۔ پس

$$و = \frac{2}{ج}$$

اِس مدت میں دو شاخے کے (ع) ارتعاش وقوع میں آئے۔ لہذا اس کا تعدد ارتعاش  $\frac{2}{ج}$  ہے۔

(۲) اگر لکیر کا ابتدائی حصہ کافی واضح نہ ہو تو جہاں سے واضح حصہ شروع ہوتا ہے وہاں سے اوج یا حقیض پر نشان لگا کر (ن) موجیں گن لو اور (ن) ویں موج کے اوج یا حقیض پر نشان کر کے اس کے بعد کی اور (ن) موجیں گنو۔ اور ان میں کا آخری اوج یا حقیض جہاں ختم ہوا سپر پھلے کی طرح نشان

کر لو۔ پھر ان (ن) موجوں کے فاصلے علیحدہ علیحدہ ناپو۔ فرض کر دو پھلا فاصلہ ۱ ہے اور دوسرا ۲۔

پھلا اوج یا حقیض جس پر نشان کیا گیا ہے شیشہ پر قلم سے کہنیے جاتے وقت اگر شیشے کی رفتار (ب) تھی اور (ن) موجیں (و) ثانیوں میں بنی ہیں، تو

$$ف = ب + \frac{1}{ن} ج و$$

دوسرا اوج یا حقیض جس پر نشان کیا گیا ہے جب شیشہ پر کہنیچا جا رہا تھا، فرض کر دو شیشہ کی رفتار (ب) تھی



شکل (۸)

سر پیدا کرنے کے دو شاخہ کی لکیر



$$۱ = ۱ + ۰$$

$$۲ = ۱ + ۱$$

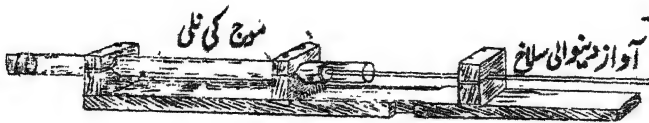
$$۳ = ۲ + ۱$$

اسلئے کہ فم جملہ بھی اسی مدت میں طے ہوا ہے جس میں فم طے ہوا۔

$$۴ = ۳ + ۱$$

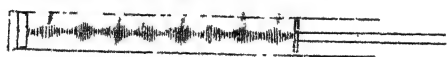
$$۵ = ۴ + ۱$$

چونکہ اس مدت (دو ثانیوں) میں (د) ارتعاش وقوع میں آئے  
لہذا دو شاخہ کا تعدد ارتعاش = ۲  
بجہ (۴) کنٹ کی بخاری نلی۔ ایک نلی شیشہ کی گونی  
ایک میٹر لمبی اور ۵ سم اندرونی قطر کی بنسن کی مشعل پر  
بجوبی خشک کر لی جائے۔ نلی کا ایک سر کاگ سے بند کر  
کے اس کے اندر خشک کاگ یا لائٹ کو پوڈیم کا سفوف چھڑک  
دیا جائے۔ نلی ایک افقی محور پر گھمائی جائے حتیٰ کہ سفوف  
(یا بخار) نلی کی دیواروں پر سے ٹھیک پہنچنے کے قریب  
پہنچے۔ ایک سلاخ کے سرے پر کاگ یا آبنو سے لگی  
ایک ہلکی تختی باندھ کر یہ سر نلی کے اندر داخل  
کیا جائے تختی نلی کی تراش سے کیس قدر چھوٹی ہوئی چاہئے تاکہ  
سلاخ کا سر تختی سمیت نلی کے اندر آزادی سے ارتعاش  
کر سکے۔



شکل (۹)  
کنٹ کی نلی

سلاخ کو ٹھیک اس کے وسطی مقام پر کس کر باندھ دیا جائے اور رال لگے ہوئے ایک چمڑے یا کپڑے سے اس کو اس کے طول کی سمت میں تھپکا جائے۔ اس سے سلاخ طوئی ارتعاش کرنے لگے گی۔ اور اس کی چھب سے نلی کے اندر کی ہوا میں ارتعاش پیدا ہو گا۔ سلاخ کے سرے سے نلی کے بند سرے تک ہوا میں موجیں جائیگی اور وہ ان کاگ سے منعکس ہو کر واپس آئیگی۔ نلی کو تھوڑا تھوڑا سلاخ کی طرف بڑھاؤ تاکہ ہوائی اصطوانے کے طول میں ذرا ذرا تغیر واقع ہو۔ ہر نئے طول کے لئے سلاخ کو از سر نو تھپکتے جاؤ بالآخر ایک ایسی وضع مل جائیگی جس میں نلی کا ہوائی یا کسی اصطوان سلاخ کے سر کے ساتھ گمک دینے لگیگا۔ ایسی صورت میں نلی کے اندر کے سفوف کو بھی ہوا یا گیس کے ساتھ شدت کا ارتعاش ہو گا۔ حرکت موقوف ہونے پر غبار مینڈکی شکلوں



### شکل (۱۰)

گٹ کی نلی میں ضد عقدون کے پاس غبار کی وضع میں عقدون کے ضد کے پاس جمع ہوتا ہے۔ [اگر عرصہ تک سلاخ اور ہوائی اصطوانے کو مرتعش کیا جائے تو غبار ضد عقدون سے اڑ کر چھوٹے ڈبیروں کی شکل میں عقدون کے پاس جمع ہو جاتا ہے۔ یہ اسی وقت ممکن ہے جبکہ

گمک دینے والے اسطوانے کا طول نہایت صحت کے ساتھ ٹھیک کیا جاتا ہے۔ اس کے لئے بہت وقت صرف ہوتا ہے اور مشقت بھی اٹھانی پڑتی ہے۔ جب ایسے کئی ضد عقدہ نظر آنے لگیں تو ایک دوسرے سے کافی دور دو ضد ون کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔ چونکہ کسی دو متصل ضد ون کے پیچ میں نصف طول موج کا فاصلہ ہوتا ہے، جو فاصلہ دو بر کے دو ضد ون میں ناپا جائے اس کو اس کے درمیانی غبار کے ڈھیروں کی تعداد پر تقسیم کرنے سے نلی کی گیس میں آواز کا طول موج دریافت ہو جائیگا۔

اس کے بعد سلاح کا امتداد صوت پیمائے کے ذریعہ سے معلوم کر لیا جائے۔ (صفحہ ۲۸ پر صوت پیمائے کے تجربے بیان ہوئے ہیں دیکھ لے جائیں) مقابلہ کیلئے ایک معلوم تعدد ارتعاش کا سر پیدا کرنے کا دو شاخہ استعمال کیا جائے۔

ضابطہ ذیل سے آواز کی رفتار نلی کی گیس میں دریافت ہو جائیگی۔

س = ع ل

اگر آواز کی رفتار گیس میں پھیلے ہی سے معلوم ہو تو اس مساوات سے سلاح کے سر کے تعدد کی تعیین ہو سکتی ہے۔ سلاح کے لئے ینگ کے لمبک کے معیار کا شمار۔ چونکہ ارتعاش کے وقت اس وضع میں سلاح کے وسط پر عقدہ ہوتا ہے اور اس کے دونوں سروں پر ایک ایک ضد عقدہ اس لئے اس کا طول اس کے مادے میں سر کے طول موج کا نصف ہے۔

سلاخ میں آواز کی رفتار [چ] ہے جہاں (ث) سے مراد سلاخ کی کثافت اور (م) سے مراد طولی فساد کے لئے لچک کا معیار یعنی ینگ کا لچک کا معیار ہے۔  
اگر س = آواز کی رفتار سلاخ میں  
اور ل = طول موج سلاخ میں

$$\text{تو } \text{س} = \text{ع} \times \text{ل}$$

جس میں (ع) معلوم ہے اور (ل) سلاخ کے طول کا دو چاند ہے۔ چونکہ یہ طول ناپ لیا جاسکتا ہے اس لئے رفتار س شمار ہو سکتی ہے۔  
سلاخ کی کثافت بھی چونکہ معلوم ہے۔ اور

$$\text{س} = \frac{\text{ل}}{\text{چ}}$$

پس سلاخ کے مادے کے لئے ینگ کا لچک کا معیار دریافت ہو جاتا ہے۔

### فصل (۲) ضربیں

جب تقریباً مساوی امتدادوں کے دو خالص سر ملکر جھٹتے ہیں تو آواز کی شدت میں دوری تغیر محسوس ہوتے ہیں۔ یعنی مساوی وقفوں سے آواز میں بلندی اور پھر نسبتاً خاموشی محسوس ہوتی ہے۔ اس کیفیت کو ضرب کہتے ہیں۔ تقریباً ایک ہی تعدد کے دو دو شاخے جب ملا کر مرتعش کئے جاتے ہیں تو ضربیں صاف سنائی دیتی ہیں۔ فرض کر دایک کا تعدد ع ہے اور دوسرے کا ع۔ اور ع سے ع ۱ بڑا ہے تو فی ثانیہ جو ضربیں سنائی دینگی ان کی تعداد (ن)

ان تعددوں کے تفاوت کے مساوی ہوتی ہے۔ یعنی  
 $n = 1 - 2$ ۔

اصول تداخل سے یہ نتیجہ ثابت کیا جاسکتا ہے۔  
 دونوں موجوں کی رفتار ایک ہے صرف موجوں کے  
 طولوں میں خیف یا فرق ہے۔ جہاں دونوں موجوں  
 کی ہیئتیں موافق ہوتی ہیں وہاں ایک موج کو دوسری  
 سے تائید ہوتی ہے۔ لیکن جہاں ہیئتیں مخالف ہیں وہاں  
 ایک موج دوسری کو تلف کر دیتی ہے۔ (دیکھو شکل ۱۱)  
 ایک ایسا وقت فرض کرو جبکہ سننے والے کے کان میں  
 دونوں موجیں ایک ہی ہیئت میں پہنچی ہیں۔ اس کے ایک  
 ثانیہ بعد زیادہ امتداد کے سر کے غاکل ارتعاش ہوتے



### شکل (۱۱)

ضربوں میں حیطر ارتعاش کا قیصر

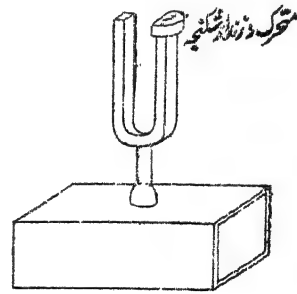
ہیں اور دوسرے کے غاک۔ یعنی اونچے امتداد کا  
 سر نیچے امتداد کے سر سے غاک۔ غاک ارتعاش زائد  
 کرتا ہے۔ اس ثانیہ میں ایک موج کا سلسلہ دوسری  
 موج کے سلسلے کے پیچھے ہوتا جاتا ہے۔ اور ثانیہ بھر میں  
 کامل غاک۔ غاک طولی موج پیچھے ہو جاتا ہے۔ پس اس  
 ثانیہ میں غاک۔ غاک مرتبہ دونوں موجوں کے سلسلوں  
 کی ہیئتیں موافق واقع ہوئی ہونگی اور اتنے ہی مرتبہ

مخالف۔ جب ہمیں موافق تھیں آواز میں غیر معمولی حدت پیدا ہوئی اور جب مخالف تھیں تب خاموشی کی حد تک پہنچتی۔ بالفاظ دیگر فی ثانیہ  $n = 1$ ۔  $n = 2$  ضربیں پیدا ہوتی ہیں۔

جب دو سر قریب قریب مساوی ہوتے ہیں ضربیں لمبے وقفوں سے سنائی دیتی ہیں اس لئے ان کی شناخت مشکل ہوتی ہے۔ اس کے برعکس جب ضربوں کی تعداد فی ثانیہ چار سے بڑھ جاتی ہے تو ان کا گنتنا مشکل ہو جاتا ہے۔ جب ضربیں اس قدر جلد جلد پیدا ہوتی ہیں کہ فرداً فرداً محسوس نہیں ہو سکتیں تو آواز میں 'ڈسکورڈ' یا 'ڈسٹوننس' یعنی ناہمواری پیدا ہوتی ہے۔

تجربہ (۵)۔ سر کے دو شاخوں سے ضربوں کی پیدائش۔ تقریباً ایک ہی سر کے دو دو شاخوں کو ان کے بول بکسوں

یا گمک کے صندوقوں پر کھرا کر دو شاخ کا قعدہ ایک متحرک وزن کے ذریعہ جو شاخ کے کسی مقام پر بھی شکبند سے کس کر باندھ دیا جاسکتا ہے، حسب منشاء تبدیل ہو سکتا ہے۔ دیکھو شکل (۱۲)



شکل (۱۲)

سر کا دو شاخہ چھو وزن چپان کیا گیا ہے۔ وزن کو شاخ سے کس کر باندھ دو۔ اور دونوں دو شاخوں کو مرتعش کر کے جو ضربیں پیدا ہوتی ہیں ایک مقررہ مدت میں انکی تعداد گن لو۔ ضربوں کی تعداد فی ثانیہ دریافت کرنے کے لئے جتنی

ضر میں گنتا ممکن ہو گندا اور وقت کا شمار چلر گئی گھڑی سے  
کر و۔

پھر وزن کو شاخ کے دوسرے مقاموں پر  
کس کر باندھ کر یہی عمل دوہرا و۔ اور ترسیبی طریقہ سے  
منحنی کہنچکر، سرے سے وزن کے فاصلہ اور ضربوں کی  
تعداد و فی ثانیہ میں تعلق ظاہر کرو۔



## تیسرا باب

تنے ہوئے تار کا عرضی ارتعاش

فصل (۱) عرضی موجوں کی اشاعت تنے ہوئے تار پر سے

تنے ہوئے تار پر سے عرضی موج کی رفتار کے لئے حسب ذیل ضابطہ مستنبط ہوتا ہے۔

$$v = \frac{F}{\mu}$$

جس میں (F) سے مراد تار کو تاننے والی قوت ہے اور (μ) اس کی کثیت فی اکائی طول۔

اگر (T) پونڈل میں ناپنی جائے اور (k) پونڈ فی فٹ ہو، تو رفتار (v) فی ثانیہ میں شمار ہوگی۔ اور اگر (T) ڈائمنوں میں محسوب ہو اور (k) گرام فی سنتی میٹر ہو، تو رفتار (v) سنتی میٹر فی ثانیہ حاصل ہوگی۔

تجربہ (۶) تار پر سے موج کی رفتار کی تعیین۔

کئی میٹر لمبی ڈوری کا ایک سرا بانند دو اور دوسرے سرے کو ایک چرخ پر سے پھیر کر اس سے ایک ترازو کا پلڑا لٹکاؤ۔ پلڑے میں مختلف وزن رکھ کر ڈوری کو تانؤ۔ پھر اس کو اس کے ایک سرے کے قریب چھپڑ کر (یعنی یکا یک ذرا سا جھٹکا دیکر) دیکھو جو خصل ڈوری پر حرکت کرتا ہے۔ ایک سرے سے دوسرے سرے تک ۱۰ یا ۱۵



مرتبہ جانے کے لئے کتنا وقت صرف ہوتا ہے۔ اس میں کیسٹ کی دقت محسوس نہو گی، اس لئے کہ 'خلل' ڈوری پر سے حرکت کرتا ہوا صاف نظر آئیگا۔ وقت چلر کئی گھڑی کے ذریعہ شمار ہو سکتا ہے۔

اگر پلڑا اور اس میں جو وزن رکھا گیا ہے دونوں ملکر (د) گرام ہوں تو ڈوری کا تناؤ

$$(ت) = و ج \quad ڈائیں$$

ایسی ہی ~~مثلاً~~ ڈوری کے ایک معلوم طول کو تول کر اس کے ایک سنتی میٹر کی کیمت دریافت کرو۔  
خلل کی حرکت مشاہدہ کرنے سے موج کی جو رفتار شمار ہو گی راحت سم فی ثانیہ کے مساوی ہو گی۔  
تجربہ (۷) ایک غیر معلوم کیمت کی تعین موج کی رفتار کے مشاہدہ سے۔ اس سے پیشتر کے تجربہ میں جو ڈوری استعمال ہوئی تھی اس کے ایک سرے سے دریافت طلب کیمت کا وزن لٹکاؤ۔ اور پھلے کی طرح ڈوری پر سے 'خلل' کی رفتار معلوم کرو۔ اور ان مساواتوں سے وزن کی کیمت شمار کرو۔

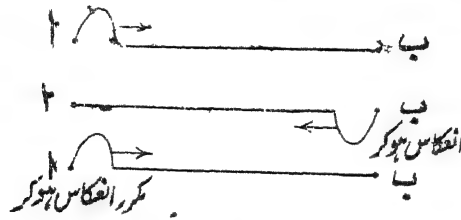
$$(غیر معلوم) کیمت و = \frac{ت}{ج}$$

$$اور ت = م ر کی$$

اس کے بعد ترازو میں اس وزن کو تول کر موج کی رفتار کے تجربہ سے جو نتیجہ ماخوذ ہوا ہے اس کی صحت کا مقابلہ کرو۔

## فصل (۲)۔ تنے ہوئے تار کے مقیم ارتعاش

اگر ا اور ب دو نقطوں کے بیچ میں ایک تار تانا جائے (شکل ۱۳) اور تار کے کسی مقام پر بھی 'خلل' پیدا کیا جائے تو 'خلل' تار پر سفر کرتا ہوا اس کے ایک سرے تک جائیگا۔ وہاں منعکس ہو کر دوسرے سرے کی طرف جائیگا۔



شکل (۱۳)

'خلل' کا انعکاس تنے ہوئے تار کے سرور سے

انعکاس سے اس کی شکل الٹ جائیگی۔ جب وہ تار کے دوسرے سرے پر پہنچے گا وہاں پھر انعکاس ہو گا جس سے 'خلل' اپنی ابتدائی شکل میں واپس لوٹ آئیگا۔ یعنی خلل تار کا فاصلہ دوبار طے کرنے کے بعد تار کی حالت (بلحاظ حرکت وغیرہ) وہی ہوتی ہے جو خلل کے آغاز کے وقت تھی۔ بالفاظ دیگر جب 'خلل' تار پر سے ایک مرتبہ ایک سمت میں اور دوسرے مرتبہ مخالف سمت میں پورا طول طے کرتا ہے تو تار کے ارتعاش کا ایک پورا دور بھی تکمیل کو پہنچتا ہے۔ چونکہ اشاعت موج کی رفتار  $v$  ہے اور ایک کامل دور میں موج تار پر فاصلہ  $(2l)$  طے کرتی ہے،

جہاں (ل) سے مراد تار کا طول ہے، اس لئے ارتعاش کا وقت دوران

$$و = \frac{۲ل}{ص} \text{ ہے}$$

پس تعدد ارتعاش  $ع = \frac{۱}{و} = \frac{۱}{\frac{۲ل}{ص}}$

اس مساوات سے تنے ہوئے تار کا تعدد ارتعاش شمار ہو سکتا ہے، اگر ل، ت اور ک کی قیمتیں معلوم ہوں۔

### صوت پیمایا اکتارا

صوت پیمایا ایک آلہ ہوتا ہے جس میں ایک تختہ پر دو گھوڑیاں مضبوط بٹھا دی جاتی ہیں۔ ان پر سے ایک یا ایک سے زیادہ تار تانے جاتے ہیں۔ تاروں کے ایک ایک سرے پر حلقہ بنا کر ایک ایک گھونٹی میں پہنایا جاتا ہے جو تختہ پر ایک گھوڑی کے پاس نصب کی ہوئی ہوتی ہے۔ ایک تار کا دوسرا سیرا دوسری گھوڑی کے پاس کی ایک گھونٹی پر پسیٹ کر تار کو عام طور پر ہمیشہ کے لئے قائم کر دیا جاتا ہے۔ گھونٹی کو کبھی سے پھیرنے سے تار کا تناؤ حسب ضرورت گھٹ بڑھ سکتا ہے جس سے تار کے سر کا امتداد ٹھیک ہو جاتا ہے۔ دوسرے تار کا دوسرا سیرا ایک پلڑے سے باندھ دیا جاتا ہے۔ پھر تار بھی دونوں گھوڑیوں پر تنا ہوا

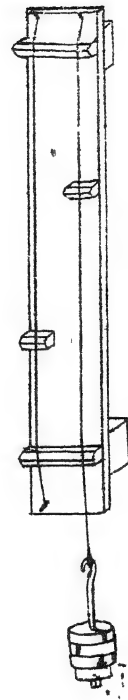
ہوتا ہے اور اس کا تناؤ پلڑے کی بانٹوں کے ذریعہ ترتیب دیا جاتا ہے۔ اگر تختہ افقی وضع میں لٹایا جائے تو تار کو ایک چرنجی پر سے لیجانا پڑتا ہے تاکہ پلڑا سیدھا

لٹکے۔ اس سے تار کے تناؤ کا پلڑے کی بانٹوں سے صحیح پتہ نہیں چل سکتا کیونکہ چرنجی سے رگڑ بہت ہوتی ہے۔ بدیں وجہ صوت پیمہ کو انتہائی وضع ہی میں استعمال کرنا مناسب ہے۔

تاروں کے لئے ایک ایک غیر قائم گھوڑی بھی استعمال کی جاتی ہے۔ اس کو تاروں کے نیچے سرکانے سے ان کے مقش حصوں کا طول تبدیل ہوتا ہے جس سے ان کے سروں کا امتداد بدل دیا جاسکتا ہے۔

تجربہ ۸۔ تار کے طول کے ساتھ امتداد کی تبدیلی۔ صوت پیمہ کو انتہائی وضع میں لٹکاؤ اور قائم تار کے تپاؤ کو کبھی سے کبھی

پہیر کر ~~تار کو~~ تاکہ تار کو چھپڑنے سے ایک موسیقی سر نکلے۔ معلوم تعدد ارتعاش کے چند دوشاخے لو۔ اور متحرک گھوڑی کو حسب ضرورت صفا کر اس تانے ہوئے تار کے طول دریافت کرو جو باری باری سے ایک ایک دوشاخے کے ساتھ



شکل (۱۴)

انتہائی صوت پیمہ



ہینس کیجا لیگی بلکہ تار کے طول اور تناؤ دونوں کو تبدیل کر کے اور جو تجربہ بیان ہوا ہے اس کے نتیجہ کے لحاظ سے حسابی عمل کیا جائیگا جس سے تار کے امتداد پر اس کے طول کی تبدیلی کا اثر دریافت ہو جائیگا۔ پس محض تناؤ کی تبدیلی کا اثر اس کے امتداد پر کیا ہوتا ہے معلوم ہوتا ہے۔

تجربہ (۹) تناؤ کی تبدیلی کے ساتھ امتداد کی تبدیلی کی یقین۔ صوت پیما کے دوسرے تار کا تناؤ بدل کر دیکھو اس کے کون کون طول قائم تار کے ایک مقررہ طول کے ساتھ اس کے مستقل تناؤ کی حالت میں ہم سر ہوتے ہیں۔ فرض کرو یہ تناؤ بالترتیب  $t_1, t_2, t_3$  وغیرہ ہیں اور طول  $l_1, l_2, l_3$  وغیرہ۔

تار کے طول کو مستقل رکھ کر امتداد پر محض تناؤ کی تبدیلی کا اثر دریافت کرنے کے لئے تجربہ (۸) کے نتیجہ سے اس طرح مدد لیجاتی ہے۔

فرض کرو جب تار کا طول  $l$  تھا اور تناؤ  $t$  تو امتداد  $e$  تھا۔ اس تار سے جب طول  $l$  لیا گیا تو امتداد  $e$  ہی رہنے کے لئے تناؤ کو بدل کر  $t_1$  کرنا پڑا۔ اگر پھلے کی طرح تار کا وہی طول یعنی  $l$  بحال رہتا تو تناؤ  $t_1$  کی حالت میں امتداد بدل جاتا۔ اگر اس کو  $e_1$  قرار دیا جائے تو

$$e_1 = e \frac{l}{l_1}$$

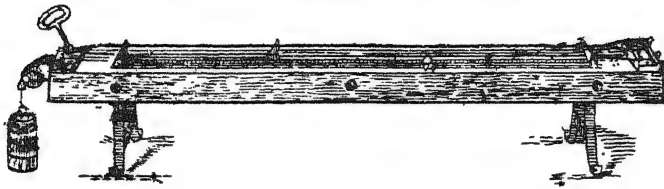
پس طول  $l$  کے تار کا امتداد  $e_1$  تناؤ  $t_1$  کی

حالت میں شمار ہو سکتا ہے۔  
 اسی طرح طول ل کا امتداد  $E = E_1 \frac{L}{L_1}$  ہوگا  
 جبکہ تناؤ  $T$  کم کر دیا جاتا ہے۔ اسے طور پر  $E_1 \frac{L}{L_1}$   $E$  سمجھو  
 شمار کر کے نکالو اور بتاؤ کہ تعدد  $f$  متناسب ہے  
 $f$  کے ساتھ۔  
 مشاہدات وغیرہ کے نتائج کو ذیل کی جدول کی طرح لکھو:-  
 قائم تار کا تعدد  $= E_1$

| تار کا تناؤ گرام<br>وزنوں میں<br>$T$ | تار کا طول جو تعدد<br>$E_1$ کا سر دیتا ہے<br>$L$ | فونوں $L_1$ ، دو سر<br>کیا ہوگا حسابی بل سے<br>$E = E_1 \frac{L}{L_1}$ وغیرہ | $\frac{f}{E}$       |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| $T_1 =$                              | $L_1 =$                                          | $E_1 =$                                                                      | $\frac{f_1}{E_1} =$ |
| $T_2 =$                              | $L_2 =$                                          | $E_2 = E_1 \frac{L_2}{L_1} =$                                                | $\frac{f_2}{E_2} =$ |
| $T_3 =$                              | $L_3 =$                                          | $E_3 = E_1 \frac{L_3}{L_1} =$                                                | $\frac{f_3}{E_3} =$ |

جدول کے آخری خانہ کے عدد مستقل پائے جائیں گے۔  
 یعنی  $E$  متناسب ہے  $f$  کے ساتھ۔  
 تجربہ (۱۰) تار کی کیفیت فی اکائی طول کے ساتھ اس کے  
 تعدد کی تبدیلی۔ تار کو صوت پیم پر ایک مقررہ وزن  
 کے ذریعہ تان دو۔ اور دیکھو قائم تار کے ساتھ  
 اس کا کیا طول ہم سر ہوتا ہے۔

پھر اس تار کو صوت پیدا کرنے سے نکال لے کر  
دوسرا تار چڑھا دو۔ لیکن اس کو پھلے وزن ہی کے  
ذریعہ تانو۔ پھر آزما لو قائم تار کے ساتھ اس کا  
کیا طول ہم سر ہوتا ہے۔



شکل (۱۵)

صوت پیدا مفعی وضع میں

یہی عمل تین یا چار مختلف تاروں کے ساتھ دو ہزار  
جو مختلف مادے اور مختلف قطر کے ہوں۔  
بعد ازاں ہر ایک تار کو (یا اس کے کافی لمبے  
بکرے کو) تول لو اور اس کا طول ناپ کر کمیّت  
فی اکائی طول شمار کرو۔  
تجربہ (۸) کے نتیجہ کے ذریعہ حسابی عمل سے دریافت  
کر و ایک ہی نتائج کی حالت میں ہر ایک تار کا تعدّد  
کیا ہوتا اگر اس کا طول پھلے تار کے طول کے مساوی  
ہوتا۔



اس سے ہر ایک تار کا تعدد (ع) معلوم ہو جاتا ہے جب کہ اُن کے مساوی طول ایک ہی تناؤ کی حالت میں ارتعاش کریں گے۔

بتا دو کہ ع ماک کی قیمت ہر ایک تار کے لئے غیر متبدل ہے۔ یعنی ع متناسب ہے  $\frac{1}{\text{ماک}}$  کا۔  
نتیجہ اس طرح لکھا جائے:-

قائم تار کا تعدد = ع

| قائم تار کے ساتھ دوسرے تار کے طول ہم سر ہوں        | ہر ایک تار کی قیمت                                 | ہر ایک تار کا تعدد                                | ع ماک                |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|
| ل <sub>۱</sub> ل <sub>۲</sub> ل <sub>۳</sub> وغیرہ | ک <sub>۱</sub> ک <sub>۲</sub> ک <sub>۳</sub> وغیرہ | نی کا فی طول                                      | ع ماک                |
| ل <sub>۱</sub> =                                   | ک <sub>۱</sub> =                                   | ع <sub>۱</sub> =                                  | ع ماک <sub>۱</sub> = |
| ل <sub>۲</sub> =                                   | ک <sub>۲</sub> =                                   | ع <sub>۲</sub> = ع <sub>۱</sub> $\frac{ل_۱}{ل_۲}$ | ع ماک <sub>۲</sub> = |
| ل <sub>۳</sub> =                                   | ک <sub>۳</sub> =                                   | ع <sub>۳</sub> = ع <sub>۱</sub> $\frac{ل_۱}{ل_۳}$ | ع ماک <sub>۳</sub> = |

جدول کے آخری خانہ کے عدد مستقل پائے جائیں گے۔  
یعنی ع متناسب ہے  $\frac{1}{\text{ماک}}$  کا۔  
تجربہ (۱۱) صوت پیمائے کے ذریعہ مطلق امتداد کی تعیین۔  
ایک تار کو معلوم قوت (ت ڈائیں) لگا کر تانویں جس  
دو شاخے کے تعدد کی تعیین مقصود رہو اس کے ساتھ

اس تار کا کیا طول (ل) سم ہم سر ہوتا ہے دریافت  
 کر دو۔  
 تار کا ایک لمبا ٹکڑا کاٹ کر تول لو۔ اور اس کی  
 کیمت فی اکائی طول (ک گرام فی سم) معلوم کر لو۔  
 پھر تار کا تعدد ارتعاش ضابطہ ذیل سے شمار کر دو۔  
 دو شاخہ کا تعدد بھی بھی ہو گا۔

$$ع = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{T}}$$

ان نتائج پر مختلف تجربے ترتیب دئے جاسکتے ہیں۔  
 ذیل میں چند مشقین دیجاتی ہیں جو تاروں کے ارتعاش  
 پر وضع کی گئی ہیں۔

تجربہ (۱۲) ایک تار کے مادے کی کثافت کی  
 یقیناً صوت پیمائش کے ذریعہ۔ اس یقین میں تار کو صوت  
 پیمائش کے تختے پر سے علیحدہ کرنا نہیں چاہئے۔ ایک معلوم  
 تعدد کا دو شاخہ دیا جاتا ہے۔ معلوم قوت سے تار کو  
 تالو۔ اور اس کا کیا طول دئے ہوئے دو شاخے کے  
 ساتھ ہم سر ہوتا ہے دریافت کر دو۔

$$مسادات \quad ع = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{T}}$$

ع کی قیمت دی ہوئی ہے۔ ت معلوم ہے اور ل کی  
 پیمائش ہو لیتی ہے۔ پس ک کی قیمت شمار ہو جاتی ہے۔  
 چونکہ (ک) ایک سم لمبے فلز می اسطوانے

کی کمیت ہے اگر تار کی عمودی تراش کا نصف قطر (ط)

$$\text{ہو تو } ک = \pi \text{ ط}^2 \text{ ڈ}$$

جس میں (ڈ) سے مراد تار کی کثافت ہے۔ پس اگر تار کا نصف قطر کسر پیماس سے ناپ لیا جائے تو (ڈ) کی تعیین ہو سکتی ہے۔

بجز (۱۳) ایک دئے ہوئے وزن کی تعیین، صوت پیماس کے ذریعہ۔ صوت پیماس کے ذریعہ ایک غیر معلوم وزن (مثلاً ایک تھیلی سیسے کی گولیوں سے بھری ہوئی) کی تعیین بھی ایک مفید مشق ہو سکتی ہے۔ معلوم تعداد کے ایک دوشاخے کے ساتھ، ل سم طول کے تار کو دئے ہوئے غیر معلوم وزن کے ذریعہ تان کر ہم سر کیا جائے۔ قبل از قبل تار کے کافی لمبے طول کو تول لیکر اس کی کمیت فی سنتی میٹر دریافت کر لیا جائے چونکہ

$$ع = \frac{ل}{\pi \text{ ڈ}}$$

اور ع، ل، اور ک کی قیمتیں معلوم ہیں لہذا (ت) کی قیمت شمار ہو سکتی ہے۔ اگر وزن (و) گرام ہو تو ت = و ج

$$\text{پس } و = \frac{ت}{ج}$$

جس سے وزن کی تعیین ہو جاتی ہے۔  
نوٹ۔ طالب علم کو چاہئے ایسے ضابطوں سے پرہیز کریں۔

$$\text{جیسے } \frac{\text{ع} = \frac{1}{2} \text{ ط}}{\frac{\text{ت}}{\pi^2}}$$

$$\text{ث} = \frac{\text{ت}}{\pi^2 \text{ ط}^2 \text{ ع}^2} \text{ وغیرہ وغیرہ}$$

انکی صحت میں کلام نہیں، لیکن انکا یاد رکھنا حافظہ پر غیر ضروری بوجھ ہے۔ جو نتائج ان میں شامل ہیں، سب کے سب، اس اساسی مساوات سے باسانی نکل آتے ہیں:

$$\text{ع} = \frac{1}{2} \frac{\text{ا}}{\text{ا}^2 \text{ ت}}$$

یہ مساوات ابتدائی اصول کے ذریعہ بالراست اخذ ہوتی ہے۔ جیسا کہ صفحہ (۲۷) پر بتایا گیا ہے، اس کا اخذ کرنا نفاہیت آسان ہے۔

(فصل ۳) بنیہا موسیقی لاتیم کرنے سے متعلق

دو موسیقی آکون کو ہم سر کرنے میں (مثلاً ایک دوشاخہ اور ایک تار کو، یا دو تاروں کو) اگر طالب علم کا کان موسیقی رموز سے آشنا نہ ہو، تو دقت پیش آتی ہے۔ ایسی صورت میں سر ملنے کی شناخت بعض طریقوں سے کیجاتی ہے جو گمگ کے اصول پر مبنی ہیں۔ ایک طریقہ ضربوں کے ذریعہ ہے۔ جب سر ملنے کے قریب ہوتے ہیں ان کے درمیان ضربیں

پیدا ہوتی ہیں۔ اُن کی وجہ سے آواز کی حدت میں جلد جلد تغیر محسوس ہوتے ہیں اور موسیقی رموز سے نا آشنا بھی اُن کو پہچان لیتا ہے۔

جب ضر میں اسقدر دیر دیر سے پیدا ہوتی ہیں کہ بعد کو چلکر پہچانی نہیں جاسکتیں تو سمجھنا چاہئے کہ اب سُر ٹلکے۔ صوتِ پیما کے ساتھ تجربہ کرتے وقت تار کا طول تھوڑا تھوڑا بتدریج بدل کر ٹھیک کرنا چاہئے تاکہ ضر میں زیادہ زیادہ دیر سے پیدا ہوں۔ جب وہ تیسرے نہو سکیں تو دونوں سُر متماثل سمجھے جاسکتے ہیں، یعنی آواز دینے والے جسموں کے تعدد مساوی ہیں۔ دوسرا طریقہ، جبکہ تار افقی وضع میں ہوتا ہے،

یہ ہے کہ تار کے مقام وسط پر کاغذ کا چھوٹا راکب رکھا جاتا ہے۔ صوتِ پیما کے دوسرے تار کو مرتعش کرنے سے، یا دوشاخے کو مرتعش کر کے صوتِ پیما کے تختے پر کھڑا کرنے سے، کاغذ کا راکب حرکت کرنے لگیگا، بشرطیکہ تار کا سُر مرتعش جسم کے سُر کے قریب ہو۔ اگر دونوں سُر بالکل ملجائیں تو راکب کو ہیجان ہوگا۔ پس تار کے طول کو بتدریج بد لکر راکب کی حرکت پر نظر رکھنے سے اس کے سُر کو دئے ہوئے سُر کے ساتھ ملا سکتے ہیں۔

## آواز پر مزید علی مشقین

(۱) دونلیاں دونوں طرف سے کھلی دی جاتی ہیں، ایسی کہ ایک نلی دوسری کے اندر پھنس کر جاسکتی ہے۔ ان کے مجموعے کے طول کو ٹھیک کر کے ایک دوشاخے کے ساتھ ملک دلاؤ۔ اور اس سے دوشاخے کے تعدد ارتعاش کی تعیین کرو۔

(۲) گرتی تختی کے ذریعہ دو دوشاخوں کے تعددوں کا مقابلہ کرو۔

(۳) ایک دی ہوئی شیشے کی سلاخ میں آواز کی رفتار دریافت کرو۔

(۴) معلوم تناؤ کی حالت میں، ایک دی ہوئی رسی پر عرضی موج کی رفتار ناپ کر، اس کے ایک سنتی میٹر طول کی کثرت دریافت کرو۔

(۵) صوت پیما کے ذریعہ سے دو تاروں کے مادوں کی کش فتوں کا مقابلہ کرو۔

(۶) صوت پیما کے ذریعہ دو دوشاخوں کے تعددوں کا مقابلہ کرو۔

(۷) دو کھلیوں کے وزن کا، صوت پیما کے ذریعہ مقابلہ کرو۔

(۸) ایک تار کو، یکے بعد دیگرے، مختلف وزنوں کے ذریعہ تانؤ۔ اور دریافت کرو ان صورتوں میں، ایک معلوم تعدد کے دوشاخے کے ساتھ ہم سر ہونے

کے لئے، تار کا طول بالترتیب کیا ہوتا ہے۔ ایسا ہی ایک تار دو میٹر لمبائی ثانیہ ۵۰ ارتعاش کرنے کے لئے کیا تناو جائے شمار کرو۔

(۹) ایک معمولی، تنگ گردن کی دوائی کی بوتل دیجاتی ہے۔ اس کو بطور گمکے کے استعمال کرو۔ اور اس میں حسب ضرورت پانی ڈالکر گمک دینے والے ہوائی اسطوانے کا حجم تبدیل کر کے دریافت کرو کس حجم کا کیا تعدد ہوتا ہے۔ ایک منحنی کے ذریعہ گمک دینے والے اسطوانے کے حجم اور تعدد ارتعاش میں تعلق بتاؤ۔



# روشنی یا نور

## پہلا باب

ہندسی نور کے کچلے

### فصل (۱) اختلاف منظر

جب تک روشنی ایسے واسطے میں سے گزرتی ہے، جس کے خواص ہر مقام پر اور ہر مقام کی ہر ایک سمت میں، ایک ہی ہوتے ہیں، اس کا گزر خطوط مستقیم میں ہوتا ہے۔ روشنی کی اشاعت خطوط مستقیم میں ہونے کی وجہ سے اس کی شعاع (یعنی نہایت قلیل عمودی تراش کی پینسل) کو ایک ہندسی خط مستقیم سے تعبیر کیا جاسکتا ہے۔ کسی شے کے دکھائی دینے کی سمت، دیکھنے والے کی آنکھ میں داخل ہونی والی شعاع کی سمت پر منحصر ہوتی ہے۔ اختلاف منظر (پیرسپیکٹس) کی اصطلاح سے، جو ابتداء ہیئت کے مشاہدوں کے لئے مخصوص تھی، اب کسی شے کا وہ ظاہری انتقال مکان مفہوم ہے جو مشاہدہ کرنے والے کی حقیقی تبدیل مقام کے باعث پیدا ہوتا ہے۔ جس مقام سے کسی شے کو دیکھتے ہیں اگر وہ بدل جائے تو اس شے کی ظاہری وضع میں بھی ایسی مناسبت سے تبدیلی واقع ہوگی۔ مثلاً اگر ایک مقام سے دو چیزیں معائنہ



کی جاتی ہیں تو ایک کی دوسرے کے لحاظ سے، ایک خاص وضع نظر آتی ہے (جس کو ہم اضافی وضع کہہ سکتے ہیں) پھر جب ان کو دوسرے مقام سے معائنہ کرتے ہیں تو ان کی اضافی وضعوں میں فرق نظر آتا ہے۔ بطور مثال کے، قرینق کی دو ٹیکنوں کو ایک مینر پر کھڑا کرو۔ اور ان کو ایک ایسے مقام سے دیکھو کہ دونوں ایک سیٹ میں (ٹھیک ایک دوسرے کے پیچھے) نظر آئیں۔ اگر اب اس مقام سے ذرا سا سیدھے جانب ہٹ کر دیکھو گے تو زیادہ فاصلہ پر جو ٹیکن واقع ہوگی دو سیٹیں ٹیکن کے سیدھے جانب نظر آئیں گی۔ اسی طرح اگر پہلے مقام سے بائیں طرف ہٹ کر دیکھو گے تو دور کی ٹیکن نزدیک کی ٹیکن کے بائیں جانب نظر آئیں گی۔ پس جو شے زیادہ فاصلہ پر ہوتی ہے، مشاہدہ کر نیوالا جس طرف حرکت کرتا ہے اسی طرف، کم فاصلہ کی شے کے لحاظ سے، حرکت کرتی ہے۔

کم فاصلہ کی ٹیکن کو اس کی پہلی جگہ پر قائم رکھ کر دوسری کو اس کے نزدیک لیجاؤ اور ان کے ایک سیٹ میں نظر آنے کے مقام سے ان کو ایک جانب اتنا ہی فاصلہ ہٹ کر دیکھو جتنا پہلے ہٹا تھا۔ اب دور کی ٹیکن نزدیک کی ٹیکن کے لحاظ سے پہلے سے کم ہٹی ہوئی نظر آئیں گی۔ اگر ایک ٹیکن دوسری کے ساتھ ایک سیٹ میں مسلسل کھڑا کر دی جائے تو جس کسی مقام سے معائنہ کرو گے دونوں ہمیشہ ایک سیٹ ہی میں دکھائی دینگی۔ آئینوں یا عدسوں سے پیدا ہونے والے خیالوں پر بھی یہی اصول حاوی ہے۔ جب دو جسم ایک دوسرے

پر منطبق ہوتے ہیں یا دونوں ایک سیٹ میں مسلسل ہوتے ہیں، تو ان میں اختلاف منظر نہیں ہوتا۔ دو جسم یا خیال منطبق ہیں یا نہیں دریافت کرنے کے لئے یہی امتحان کیا جاتا ہے۔ اگر اختلاف منظر پایا گیا تو مصرحہ بالاقاعدے سے معلوم کر لیا جاتا ہے کہ کونسا جسم یا خیال زیادہ فاصلہ پر واقع ہے۔ اس طریقہ کا نام طریقہ اختلاف منظر رکھا گیا ہے۔ اختلاف منظر کی مختلف مثالیں دیکھنے میں آتی ہیں۔ مثلاً تین رفتار ریل گاڑی کے دریچوں میں سے باہر کی طرف دیکھنے سے نزدیک اور دور کی چیزوں کی اضافی حرکت سے سارے منظر میں تقریباً دائری حرکت پیدا ہونے کا اشتباہ ہوتا ہے۔ مترجم]

## (فصل ۲) مستوی سطحوں سے انعکاس

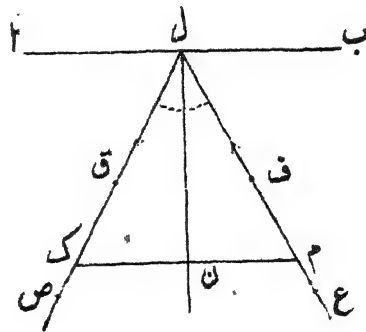
### روشنی کے انعکاس کے کلیے

جب روشنی کی شعاع کسی صیقل کی ہوئی سطح پر گرتی ہے تو اس کا انعکاس ان قواعد کے تحت ہوتا ہے :-  
 قاعدہ (۱) واقع شعاع، منعکس شعاع اور اس مقام پر سطح کا عمودیتوں ایک مستوی میں واقع ہوتے ہیں۔  
 قاعدہ (۲) واقع شعاع اور عمود کا درمیانی زاویہ (زاویہ وقوع) مساوی ہوتا ہے منعکس شعاع اور عمود کے درمیانی زاویے کے (زاویہ انعکاس کے)۔

تجربہ (۱۴) انعکاس کے قواعد یا کلیوں کا عملی ثبوت۔ ایک  
مستوی آئینہ اور چند اپنوں کے ذریعہ سے ان قواعد کو  
اس طرح ثابت کر سکتے ہیں۔  
نقشہ کشی کے کاغذ کو نقشہ کشی کے تختے پر جما دو۔  
اور اس پر ایک آئینے کی پٹی انتصابی وضع میں کھڑا  
کرو۔ آئینہ انتصابی نالی کے ایک لکڑی کے کندے  
میں کھڑا کیا جاسکتا ہے۔ اس کی سطح بالکل مستوی ہونی  
چاہئے اور جتنا پتلا ہوگا اتنا ہی اچھا ہوگا۔ اگر ممکن ہو تو  
ایسا آئینہ استعمال کیا جائے جس کے سامنے کی سطح پر چاندی  
چڑھی ہوئی ہو۔

خط کہنچو۔ تختے پر دو اپن ع، ف کھڑے کرو (شکل ۱۶)  
آئینے میں دیکھنے سے ان کے خیال نظر آئیں گے۔ انکو ایسے  
مقام پر رکھو جہاں سے یہ خیال ایک سیٹ میں نظر آئیں۔

اور دوسرے دو اپن  
ص اور ق ان خیالوں  
کے ساتھ ایک سیٹ  
میں نصب کر دو۔ ع اور  
ف کے مابین کافی فاصلہ  
(۱۰ یا ۱۵ سنتی میٹر)  
ہونا چاہئے۔ ص اور  
ق میں بھی اتنا ہی جھل  
خط ع ف ایک واقع  
شعاع بتائیگا۔ خط  
ص ق سے اس کی منعکس



شکل (۱۶)  
انعکاس کے کلیے

شعاع کا پتہ چلیگا۔ اگر آئینہ کی وضع نقشہ کشی کے تحتہ پر عمودی ہے تو ضرور ہو گا کہ ص اور ق اپنیوں کے پاؤں ع اور ف اپنیوں کے پاؤں کے ساتھ ایک مسلسل خط میں نظر آئیں۔ اس لئے کہ اس صورت میں آئینہ کا عمود نقشہ کشی کے تحتہ کے مستوی میں واقع ہوتا ہے، اور انعکاس کے پہلے کلیے کے بموجب شعاع واقع، شعاع منعکس اور آئینہ کا عمود تینوں ایک ہی مستوی میں ہونا چاہئے۔ فرض کر دو ع ف شعاعیں آئینہ سے نقطہ ل پر ملتی ہیں۔ نقطہ ل پر ل ن آئینہ کے عمود وار کہنچو۔ گنیا کے ذریعہ م ل ن اور ک ل ن زاوے ناپ لو۔ اور ل سے شعاعوں کی سیدھ میں ل ک اور ل م مساوی فاصلہ (مثلاً ۱۰ سم) ناپو اور ک م کو ملاؤ۔ اگر ک ل ن اور م ن مساوی ہوں تو مثلث ک ل ن اور م ل ن متطابق ہیں اور م ل ن اور ک ل ن زاوے باہم مساوی ہیں۔ خطوط ک ل ن اور م ل ن کے طول ناپو اور نتائج قلمبند کر دو۔

انعکاس کے دوسرے کلیے کے ثبوت کے لئے واقع شعاع کی کم از کم دو اور قضیوں بدل کر پھی عمل دوہرایا جائے۔ ہر صورت میں زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاسی ہمیشہ سے مساوی پایا جانا چاہئے۔

اگر آئینہ موٹا ہے تو خطوط ع ف اور ص ق آئینہ کی سامنے کی سطح کے عقب میں پیشہ کی موٹائی کے

تقریباً  $\frac{2}{3}$  فاصلہ پر لیٹے۔ ان کے ملنے کے مقام کو سطح عاکس کا معادل تصور کرنا چاہئے۔

مستوی آئینہ میں کسی شے کا خیال بتاتا ہے تو آئینہ کے پیچھے اُسی قدر دور ہوتا ہے جس قدر شے آئینہ کے سامنے ہوتی ہے۔

تجربہ (۱۵) مستوی آئینہ سے پیدا ہونے والا خیال۔ ایک اپن کو ایک مستوی آئینہ کے سامنے کسی مقام پر کھڑا کر دو۔ جہاں اس کا خیال نظر آتا ہے وہاں ایک دوسرے اپن کو کھڑا کر کے آئینے کے اوپر سے دیکھو۔ اگر پھلے اپن کے خیال اور دوسرے اپن میں اختلاف منتظر پایا جائے تو دوسرے اپن کو اُس کے مقام پر سے اُٹھا کر کسی دوسرے مقام پر کھڑا کر دو۔ حتیٰ کہ اس آزمائش سے ایک ایسا مقام ہاتھ آئے کہ دوسرے اپن کو وہاں کھڑا کرنے سے وہ پھلے اپن کے خیال کے ساتھ کہیں سے بھی ایک سیٹ میں نظر آئے۔ یہی مقام پہلے اپن کے خیال کا مقام ہے۔ پھلے اپن سے معادل عاکس سطح کا عمودی فاصلہ ناپو، اور نیز اُس کے خیال کا عمودی فاصلہ اسی سطح سے۔ یہ دونوں تقریباً مساوی ہونا چاہئے۔ ان کو اپنی مشقی بیاض میں لکھ لو۔

دو مستوی آئینوں کی سطحیں جب باہم دیگر ایک زاویہ پر مائل ہوتی ہیں تو روشنی کے انعکاس سے خیالوں کا ایک سلسلہ بنتا ہے۔

تجربہ (۱۶) مائل مستوی آئینے۔ دو خط مستقیم ایک افقی وضع کے کاغذ پر ایک دوسرے پر (۱) ۹۰ درجہ پر (۲) ۶۰ درجہ پر مائل کھینچو۔ ان خطوں پر دو مستوی آئینوں کو استادہ کر دو۔

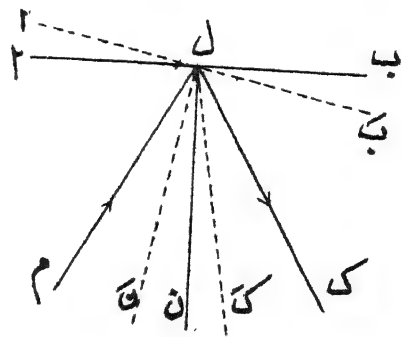
ان کے زاویہ میلان میں کسی مقام پر ایک اپن  
 نصب کرو اور ان تمام خیالوں کے مقام دریافت  
 کرو جو روشنی کے انعکاس سے آئینوں میں دکھائی  
 دیتے ہیں۔ بتاؤ کہ یہ سب کے سب ایک دائرے  
 کے محیط پر واقع ہیں جس کا مرکز آئینوں کے تقاطع  
 کا نقطہ ہے، اور اگر زاویہ میلان (ز) درجہ ہو تو  
 خیالوں کی تعداد (نمبر ۳-۱) ہے۔

ایک خیال دونوں آئینوں کے عقب کے  
 زاویے میں دکھائی دیگا۔ جن شعاعوں کے ذریعہ  
 یہ خیال نظر آئیگا ان کو، اپن سے دیکھنے والے کی  
 آنکھ تک، خطوط پہنچ کر بتاؤ۔ امتیاز کی غرض سے  
 ہر ایک خیال پر مناسب نشان لگایا جائے مثلاً  
 ایک آئینہ میں ایک ہی انعکاس سے اگر خیال پیدا  
 ہو تو اس کو خ کہا جائے۔ دوسرے آئینہ میں  
 ایک ہی انعکاس سے پیدا ہو تو خ ۲ اور اگر پھلے  
 آئینہ میں دوبار انعکاس اور دوسرے میں ایک  
 بار انعکاس ہو کر بنے تو خ ۳ وغیرہ۔

### مستوی آئینہ کی تحویل

جب کوئی آئینہ ایسے محور پر گھرایا جائے جو سطح  
 وقوع پر عمود وار ہو، تو شعاع منعکس آئینے کے  
 زاویہ تحویل سے دو چند زاویہ میں کھوم جاتی ہے۔  
 فرض کرو اب مستوی آئینہ کی ابتدا کی  
 وضع ہے۔ شکل (۱۷)۔ م ل واقع شعاع اور ل ک

منعکس شعاع ہے، اور لن آئینہ کی سطح پر کا عمو د۔  
 جب آئینہ ایک معین زاویہ میں گہوم جاتا ہے تو  
 فرض کرو ابھی حروف پر زبر کی علامت لگا کر  
 شعاعوں و عینہ کی نشاندہی کیجاتی ہے۔ انعکاس  
 کے کلیوں سے طالب علم باسانی ثابت کر سکیں گے  
 کہ لن کے لئے منعکس شعاع کے گہومنے کا زاویہ  
 لن لن یعنی آئینے کے گہومنے کے زاویہ کا دو چند ہے۔  
 تجربہ (۱۷) گہومتے ہوئے آئینہ میں روشنی  
 کی شعاع کا انعکاس۔ تجربہ کی مدد سے شعاعوں کے  
 راستوں کو الپنوں کے ذریعہ بتا کر پھر ثابت کر  
 سکتے ہیں کہ منعکس شعاع آئینے کے زاویہ تحویل سے  
 دو چند زاویہ میں گہوم جاتی ہے۔ دو الپنوں  
 کے ذریعہ واقع شعاع م ل کی سمت اور دوسرے  
 دو کے ذریعہ منعکس شعاع  
 ل ک کی سمت بتائی  
 جائے۔ عاکس سطح  
 کی وضع بھی خط بینج  
 کر بتائی جائے۔ اس کے  
 بعد آئینے کو ایک معین  
 زاویہ میں گھاؤ اور  
 پھلے کی طرح الپنوں  
 کے ذریعہ منعکس شعاع  
 کی نئی سمت معلوم کر لی  
 جائے۔ آئینہ کی تحویل  
 کا زاویہ اور منعکس



شکل (۱۷)  
آئینہ کی تحویل

شعاع کے گہو منے کا زاویہ، گنیٹا سے ناپ لئے جائیں۔  
آئینے کو متعدد وضعوں میں کھڑا کر کے اسی طرح  
عمل کیا جائے اور ان کے نتائج ایک جدول میں  
درج کئے جائیں۔

یہ بھی ثابت کر دو کہ اگر منعکس شعاع کی سمت  
مستقل رکھی جائے اور آئینہ کو پھلے ایک وضع  
میں کھڑا کر کے ایک چیز دیکھی جائے اور اس کے  
بعد اُس کو زاویہ (ز) میں گھما کر کوئی دوسری  
چیز دیکھی جائے تو ان کی سمیتش آئینے کے محورِ  
تحویل پر زاویہ (۲ز) بنائیں گی۔

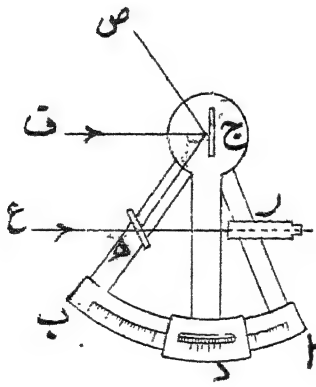
## آلہ سدس

یہ آلہ دور کی دو چیزوں کے زاویہ مفارقت  
کی پیمائش کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ زاویہ  
مفارقت سے مراد وہ زاویہ ہے جو کسی دیکھنے  
والے کی آنکھ کو ان دو چیزوں سے ملانے  
والے، خطوط کے مابین واقع ہوتا ہے۔ زیادہ تر  
اُس کو فنِ بھار رانی میں آفتاب، یا کسی ستارہ  
کا ارتعاع ناپنے کی غرض سے استعمال کرتے ہیں۔  
تجربہ (۱۸) آلہ سدس کی ترتیب۔ اس کو  
بغور ملاحظہ کرو۔ اب تقریباً ۶۰ درجہ کی ایک  
درجہ دار قوس ہے جس کے ساتھ دو قائم اور  
نیم قطری بازو ج آ اور ج ب لگے ہوئے ہیں۔  
ایک تیسرا بازو ج د قوس کے مرکز (ج) کے



گرد گہوم سکتا ہے۔ اس پر ایک علامت اور کسر پیم (د) نصب ہیں۔ ایک مماسی پیچ والے شکنجے کے ذریعہ سے اس بازو کو دیہی رفتار دیا جاسکتی ہے۔ (ج) کے پاس ایک مستوی آئینہ ہے جسکو انڈکس گلاس (نمائندہ شیشہ) کہتے ہیں اور جو متحرک بازو پر استادہ ہے اور اس کے ساتھ ہوتا ہے۔ آئینہ کی سطح درجہ دار قوسی سطح پر عمودی ہونی چاہئے۔ (بھ) پر ایک شیشے کی تختی نصب ہے جس کا

صرف نیچے کا آدھا حصہ مفقوض ہے۔ اسکی سطح بھی قوس کی سطح پر



شکل (۱۸) آلہ سندس

عمود وار ہے اور اس کو افقی شیشہ کہتے ہیں۔ عموماً اس آلے کے ساتھ چند گہرے رنگ کے شیشے کی تختیاں بھی ہوتی ہیں جو آفتاب کی روشنی کی حدت گھٹانے کے لئے استعمال کی

جاتی ہیں۔

جب نمائندہ شیشہ افقی شیشے کا ٹھیک متوازی ہوتا ہے و در کی کسی چیز کی شعاعیں دور بین (ر) میں (جو ج ۱ بازو پر استادہ کیجاتی ہے) دو جدا گانہ راستوں سے داخل ہو سکتی ہیں۔ متوازی شعاعوں کی ایک پنسل افقی شیشے کے غیر مفقوض حصے میں سے

گزر کر دور ہیں میں بلا انحراف داخل ہوتی ہے۔ دوسرا  
پنسل نمائندہ شیشے سے منعکس ہو کر افقی شیشے کے  
مقفوض حصے پر پڑتی ہے۔ وہاں سے منعکس ہو کر دوسرے  
میں پہلی پنسل ہی کی سمت میں داخل ہوتی ہے۔ سب کی  
سب متوازی شعاعیں دور ہیں (د) کے وہاں کے  
ماسکی مستوی میں جمع ہو جاتی ہیں اور اس دور کی  
چیز کا صرف ایک خیال بنتا ہے۔ ایسی حالت میں  
آلے کے متحرک بازو کی علامت (یا نمائندہ) درجہ دار  
قوس کے صفر نشان پر آ جانا چاہئے۔ اگر کسی اور  
نشان (د) پر آئے تو اس کو لکھ لینا چاہئے۔ یہ  
نشان آلے کے صفر کا نشان کہلاتا ہے۔ اب اگر  
متحرک بازو (اس کے آئینے ج سمیت) ایک چھوٹے  
زاوے میں گھمایا جائے تو آئینے سے منعکس ہونے  
والی شعاعیں دور ہیں میں پہلے سے جدا گانہ سمت  
میں داخل ہونگی۔ پس ان سے پیدا ہونے والا خیال  
راست نظر آنے والے (یعنی ج سے منعکس ہو کر بننے والے)  
خیال سے کسی قدر ہٹا ہوا نظر آئیگا۔

فرض کرو ج اور ج ص سمتوں میں دکھائی  
دینے والی دور کی دو چیزوں کے درمیانی زاویہ  
کی پیمائش مقصود ہے۔ آلہ سدس ایسی وضع میں  
رکھا جائے کہ دور میں کا رخ راست ایک چیز  
کی طرف سمت ج میں ہو۔ اس شے سے شعاعیں  
افقی شیشے کے غیر مقفوض حصے میں سے گزر کر دور ہیں  
میں آئیں گی۔ آئینہ (ج) (متحرک بازو کے ساتھ) گھمایا  
جائے حتیٰ کہ ص ج کی سمت میں آنے والی شعاعیں

جھ کی سمت میں منعکس ہو جائیں اور پھر افقی شیشے کے مفضض حصہ سے منعکس ہو کر دور ہیں میں داخل ہوں۔ تب دونوں دور کی چیزوں کا درمیانی زاویہ (یعنی جھ سے اور جھ سے سمتوں کا زاویہ میلان) زاویہ ص سے  $\alpha$  ف ہے جو زاویہ  $\alpha$  جھ کا دو چند ہے۔ اور  $\alpha$  جھ کا وہ زاویہ ہے جس میں متحرک بازو جھ سے آئینہ (جھ کے محور کے گرد نشان صفر سے نکل کر گھوما۔

تجربہ (۱۴) کے نتیجہ سے یہ صاف ظاہر ہے اس لئے کہ منعکس شعاع جھ کی سمت مستقل رہتی ہے۔

حسابی عمل سے بچنے کے لئے قوس  $\alpha$  کی درجہ بندی عموماً اس طرح کیجاتی ہے کہ ہر ایک درجہ پر اس کا دوہرا عدد لکھا جاتا ہے۔ اس سے زاویہ میلان، قوس کے نشان پر پڑھ لینے سے راست معلوم ہو جاتا ہے۔ یعنی بعد کے نشان اور صفر کے نشان کا تفاوت زاویہ مقصود ص سے ف ہے۔

نتائج صحیح ہونے کے لئے شرائط ذیل کی تکمیل ضروری ہے:-

- (۱) انڈکس گلاس یعنی نمائندہ شیشے کا مستوی درجہ دار قوس کے مستوی پر عمودی ہو۔
- (۲) دور ہیں کا محور قوس کے مستوی کا متوازی ہو۔
- (۳) ہر دو دور کی چیزوں کے لئے جن کی سمتوں کا زاویہ میلان ناپا جاتا ہے نشان صفر کی یقین ہوئی چاہئے۔ اس لئے کہ اس کی قیمت ان چیزوں اور آلہ سدس کے درمیانی فاصلے کے لحاظ سے بدلتی ہے۔

آلہ کی ضروری ترتیبوں کے لئے ترتیبی پیچ  
 دیا ہوتے ہیں۔ لیکن اس کتاب کی مشقوں میں یہ  
 فرض کر لیا جائیگا کہ خود آلہ بنانے والے نے  
 اسے کو ترتیب دیکر ٹھیک کر دیا ہے۔ 'السمت'  
 تجربہ (۱۹) آلہ سدس کے ذریعہ سے 'السمت'  
 کی پیمائش۔ آلے کے ذریعہ ایک ہی افقی مستوی کی  
 دو چیزوں کا زاویہ میلان ناپا جائے۔ سہولت کی  
 غرض سے دو روشن موم بتیاں یا برقی لمپ (چراغ)  
 استعمال کئے جاسکتے ہیں۔ آلہ سدس کو ان چیزوں ہی  
 کے مستوی میں رکھنا چاہئے۔ دونوں چیزوں تک کے  
 فاصلے ناپ لئے جائیں اور ان فاصلوں اور ان کے  
 زاویہ میلان (ز) کے ذریعہ سے ان چیزوں کا فاصلہ  
 ایک دوسرے سے، شمار کیا جائے۔ بعد کو راست  
 طور پر ناپ کر اس فاصلہ کی تصدیق کر لیجائے۔ اس  
 سے زاویہ میلان کی صحت کا پتہ چلیگا۔  
 تجربہ ۲۰ آلہ سدس کے ذریعہ ارتفاع کی پیمائش۔  
 کسی دور کی چیز کا زاویہ ارتفاع ناپا جائے۔ اس چیز کا  
 پائیں ترین حصہ آلہ سدس کی سطح میں ہونا چاہئے۔ زاویہ  
 ارتفاع کو آلہ کے ذریعہ ناپ لینے کے بعد اسکی، اور  
 آلہ اور اس چیز کے نیچے کے حصہ کے درمیانی افقی فاصلہ  
 کی، مدد سے ارتفاع شمار کرو۔ اگر ممکن ہو تو راست  
 ناپ کر اس ارتفاع کی تصدیق کر لو۔ اس سے بہتر  
 طریقہ کسی دور کی چیز کا ارتفاع ناپنے کا یہ ہے کہ  
 ایک کشادہ برتن میں پارہ ڈالکر شعاعوں کے انعکاس  
 سے دور کی چیز کے سرے کا خیال دیکھا جائے۔

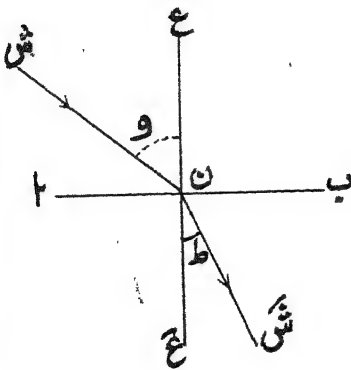
پارے کی سطح افقی ہوگی اسلئے اس چیز کے سرے اور اس کے خیال میں جو فاصلہ ہوگا، ارتفاع کا دو چند ہوگا۔ پس آلہ سدس سے اس چیز اور اس کے خیال کا زاویہ میلان ناپنے سے زاویہ ارتفاع (جو اس زاویہ کا نصف ہے) معلوم ہو جاتا ہے۔

### فصل (۳) مستوی کو نہیں روشنی کا انعطاف

#### انعطاف کے کلیئے

جب روشنی کی شعاع ایک واسطہ سے نکل کر دوسرے واسطہ میں آتی ہے تو عموماً اسکی سمت تبدیل ہو جاتی ہے۔ اسی کا نام روشنی کا انعطاف ہے۔ منعطف شعاع کی سمت پر تمام ایزوٹروپک (شادی الترتیب) واسطوں میں ذیل کے دو کلیئے حاوی ہیں۔

[نوٹ۔ ایزوٹروپک واسطہ سے مراد ایسی چیز ہے جس کے خواص ہر سمت میں یکساں ہیں۔ یعنی سمت کی تبدیلی کا خواص پر اثر نہیں پڑتا۔] کلیہ (۱) شعاع واقع سطح پر کا عمود اور شعاع منعطف تینوں ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔



شکل ۱۹ کلیہ انعطاف

کلیہ (۲) زاویہ وقوع کی

جیب کو زاویہ انعطاف کی جیب سے جو نسبت ہوتی ہے کسی دو واسطوں اور کسی خاص رنگ کی روشنی کے لئے مستقل ہوتی ہے۔ اس مستقل عدد (م) کو پہلے واسطہ سے دوسرے واسطہ میں روشنی کی شعاع کا انعطاف نما کہتے ہیں۔

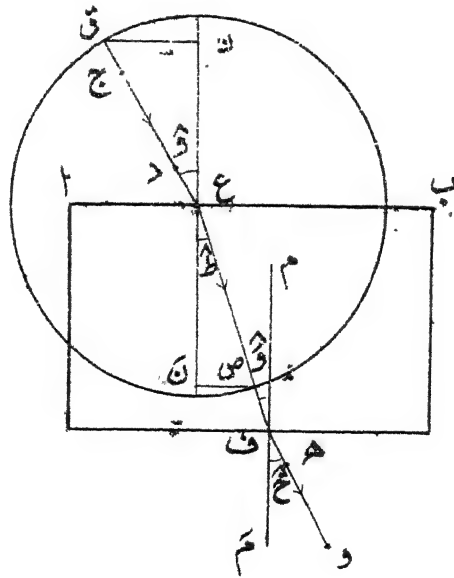
اگر شکل (۱۹) میں اب کو دو واسطوں کو تفریق کرنے والی سطح فرض کیا جائے۔  $\sin n$  نقطہ ن پر کی واقع شعاع اور  $\sin e$  سطح کا عمود، تو منعطف شعاع  $\sin n$  اسی مستوی میں ہوگی جس میں  $\sin n$  اور  $\sin e$  واقع ہیں۔ اور

$$\text{جب } \frac{\sin e}{\sin n} = \text{ایک مستقل} = \mu$$

و زاویہ وقوع یعنی  $\sin e$  ہے اور  $\sin n$  زاویہ انعطاف یعنی  $\sin n$  ہے۔ کسی مادے کے مطلق انعطاف نما سے مستقل (م) کی قیمت مراد ہے جب کہ روشنی کی شعاع خلا سے اس مادے میں داخل ہوتی ہے۔ روشنی ہوا سے نکل کر مادے میں داخل ہونے وقت مستقل کی جو قیمت ہوتی ہے اس میں اور مطلق انعطاف نما میں نہایت قلیل فرق ہے۔

تجربہ ۲۱ انعطاف کے کلیون کی تصدیق ایک مستطیل شیشے کے کندے کو نقشہ کشی کے بڑے ٹاپر رکھو اور اس کے گرد باریک پتسل سے خط کھینچ کر کاغذ پر اس کا مقام معین کر دو۔ دو اپن

کندے کے ایک جانب اس طرح کپڑے کرو کہ انکو ملانے والا خط شیشے کی سطح پر ایک ترچھی شعاع واقع کی مثال ہو۔ اپن ایک دوسرے سے کم از کم۔ اسم فاصلہ پر ہونے چاہئیں۔ اب کندے کے مقابل کی جانب سے شیشے کے اندر دیکھو اور آنکھ کو ایسے مقام پر لیجاؤ جہاں سے دونوں اپن ایک ہی خط میں نظر آئیں۔ پھر دو اور اپن کندے اور آنکھ کے بیچ میں پیشتر کے دو اپنوں کے خیالوں کے ساتھ ایک سیٹ میں کپڑے کرو۔ انکا درمیانی فاصلہ بھی۔ اسم سے کم نہونا چاہئے۔ اس پر بھی غور کرو کہ جب آنکھ ٹھیک کاغذ کی سطح پر واقع ہوتی ہے تو نقطے جو کاغذ میں چاروں اپنوں کے



شکل ۲ شیشے کے کندے میں روشنی کا انعطاف

چبھنے سے بنتے ہیں سب کے سب ایک خط پر نظر آتے ہیں۔ چونکہ

کنڈا مستطیل ہے اسکی عاطف سطح کا غذائی مستوی میں ہوگی۔  
پس انعطاف کے پہلے کلیہ کی تصدیق ہوگئی۔

اپنیوں (ج، د، ک، و) کے مقاموں پر نشان کرو  
اور آنکو اور کندے کو کا غذ پر سے اٹھالو۔ ج د کو ملاؤ اور  
اُس کو آگے بڑھا کر کندے کی سامنے کی سطح سے نقطہ (ع) پر  
ملنے دو۔ اسی طرح ک و کو ملاؤ اور اُس کو کندے کے  
مقابل والی سطح کی طرف آگے بڑھا کر اسی سطح سے نقطہ (ف) پر  
ملنے دو۔ واضح ہے کہ ج د واقع شعاع کی سمت ہے اور  
ک و خارج شعاع کی سمت۔ پس شعاع شیشے کے اندر نقطہ  
(ع) کے پاس داخل ہوئی اور نقطہ (ف) پر نکل آئی۔ ع ف  
کو ملاؤ۔ خط ع ف شعاع کا راستہ بتاتا ہے جب کہ وہ  
شیشہ میں سے گزرتی تھی۔ خارج شعاع ک و اور واقع  
شعاع ج د دونوں متوازی ہونگے، اسکی بھی تصدیق کرلو۔  
ع اور ف کے پاس شیشے کی سطحوں پر عمود کھینچو۔

پہلی سطح پر وقوع کا زاویہ ق ع ن ہے۔ اختصار  
بطور اِس کو و کہو۔  
پہلی سطح پر انعطاف کا زاویہ ن ع ص ہے۔ اسکی  
ط سے تعبیر کرو۔

دوسری سطح پر کے وقوع و انعطاف کے زاویوں  
کو بالترتیب و اور ح سے تعبیر کرو۔

جب (و اور جب ح ط کی نسبت دریافت کرنے کے  
لئے دو طریقے استعمال کئے جاسکتے ہیں۔

طریقہ (۱) و اور ح زاویوں کو گنیا کے ذریعہ سے  
ناپ لو، اور ریاضی کی جدولوں میں دیکھ کر انکی جیبوں کی  
قیمتیں لکھ لو۔ پھر جب ح و کی قیمت شمار کرو۔



طریقہ (۲) تریسیمی طریقہ - نقطہ (ع) کو مرکز بنا کر کم از کم اسم نصف قطر کا ایک دائرہ کھینچو - نقطہ (ق) جہاں شعاع واقع دائرہ کو قطع کرتی ہے معلوم کر لو - اسے سطح نقطہ (ص) بھی جہاں شعاع منعطف (جو اگر ضرورت ہو تو آگے کو بڑھائی جائے) کا دائرے سے تقاطع ہوتا ہے، معلوم کر لیا جائے - ق اور ص سے ع پر کے عمود ن ع ن پر خطوط ق ن اور ص ن عمود دار کھینچو - اور ان عمودی خطوں کے طول احتیاط کے ساتھ ناپ لو -

$$\frac{\text{ق ن}}{\text{ص ن}} = \frac{\text{ق ع}}{\text{ص ع}} = \frac{\text{جب } \angle \text{و}}{\text{جب } \angle \text{ط}}$$

ق ن کی قیمت شمار کر لی جائے -

انعطاف کے دوسرے کلیہ کی تصدیق کے لئے جب زاویہ وقوع اور جیب زاویہ انعطاف کی نسبت، شعاع واقع کیلئے کم از کم دو مختلف وضعی ترتیب دیکر دریافت کیجانی چاہئے اور اس نسبت کی جو قیمتیں حاصل ہوں گی ان میں بہت قریب کی موافقت ہونی چاہئے - شیشے کا انعطاف نما ان قیمتوں کا اوسط ہوگا -

شیشہ کی دوسری سطح پر شعاع کا جو انعطاف ہوتا ہے، اس سے بھی ثابت کیا جاسکتا ہے کہ جب  $\frac{\text{و}}{\text{ح}}$  کی قیمت مستقل ہے -

جب  $\phi$  سے جو مستقل دریافت ہوا، ہوا سے  
 شیشہ میں روشنی جانے کا انعطاف نما ہے اور جب  $\phi$   
 سے جو مستقل دریافت ہوگا، شیشہ سے ہوا میں روشنی  
 جانے کا انعطاف نما ہے۔

اگر ان مستقلوں کو بالترتیب  $\mu$  مش اور  $\mu'$  مش قرار دیں، تو معلوم ہو جائیگا کہ  $\mu = \frac{1}{\mu'}$ ۔ واضح ہو کہ  
 شیشہ کی سطحیں متوازی ہیں اور شعاع خارج شعاع واقع  
 کے متوازی ہے یعنی  $\phi = \phi'$  اور  $\phi = \phi'$ ۔ پس  
 اوپر جو نتیجہ ماخوذ ہوا ہے خلاف توقع نہیں ہے

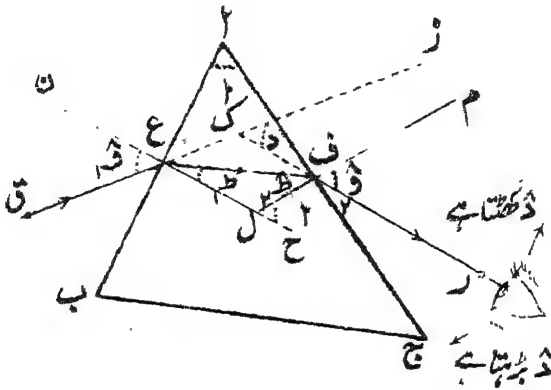
چونکہ  $\mu$  مش = جب  $\phi$  = جب  $\phi'$  =  $\mu'$  مش۔

چونکہ  $\phi$  اور  $\phi'$  مساوی ہیں، اس لئے جب ایک  
 متوازی سطحوں والے واسطے میں سے روشنی کا انعطاف  
 ہوتا ہے تو واقع اور خارج شعاعوں میں انحراف نہیں  
 پایا جاتا۔ پہلی سطح پر جو انحراف ہوتا ہے دوسری سطح  
 پر اس کی پوری تلافی ہو جاتی ہے۔

### روشنی کا انعطاف منشور میں

جب روشنی کی شعاع ایک شیشہ کے منشور میں سے  
 گزرتی ہے یا کسی بھی ایسے مادے کے منشور میں سے  
 گزرتی ہے جو باعتبار نور ہوا سے کثیف تر ہو، تو

علی العموم، پہلی سطح پر کئے انعطاف سے شعاع کی سمت میں جسطرف کو انحراف پیدا ہوتا ہے، دوسری سطح پر کے انعطاف سے بھی اسیطرف انحراف وقوع میں آتا ہے۔ (دیکھو شکل ۲۱)۔ اگر دونوں انحراف ایک ہی طرف نہ ہوں جیسا کہ شعاع کی بعض وضعوں میں پایا جاتا ہے تاہم ضرور کچھ انحراف وقوع میں آتا ہے اور شعاع منشور سے خارج ہوتی ہے تو اس کے قاعدے کی طرف مڑ جاتی ہے۔ خارج شعاع  $ف$  س اور واقع شعاع  $ق$  ع کی سمتوں میں جو



شکل ۲۱  
شیشہ کے منشور میں روشنی کا انعطاف

زاویہ میلان ہوتا ہے زاویہ انحراف کہلاتا ہے۔ شکل (۲۱) میں (د) زاویہ انحراف ہے۔ ایک دئے ہوئے منشور سے روشنی کی شعاع میں جو انحراف پایا جاتا ہے، شعاع کے زاویہ وقوع کے تابع ہوتا ہے۔ نظریہ اور تجربہ دونوں کے ذریعہ ثابت ہو سکتا ہے کہ زاویہ انحراف اسوقت اقل ہوتا ہے جبکہ شعاع منشور میں

سے متشاکلاً گزرتی ہے۔ یعنی جب کہ شعاع کی سمت  $\hat{C}$  منشور کے اندر منشور کے بازوؤں کے ساتھ مساوی زاویے بناتی ہے۔ ایسی حالت میں کہا جاتا ہے کہ منشور اقل انحراف کی وضع میں واقع ہے۔ اس وضع میں اگر  $\hat{Q}$  اور  $\hat{P}$  بالترتیب وقوع اور انعطاف کے زاویے ہوں تو انحراف کا زاویہ  $\hat{D} = 2(\hat{Q} - \hat{P})$  اور منشور کا انعطافی زاویہ  $(\hat{A}) = 2\hat{P}$


$$\text{پس } \hat{Q} = \frac{1}{2}(\hat{A} + \hat{D}) \text{ اور } \hat{P} = \frac{1}{2}\hat{A}$$

$$\text{لہذا } \mu = \frac{\text{جب } \hat{Q}}{\text{جب } \hat{P}} = \frac{\text{جب } \frac{1}{2}(\hat{A} + \hat{D})}{\text{جب } \frac{1}{2}\hat{A}}$$

[نوٹ۔ چونکہ زاویہ اقل انحراف کوچ اور منشور کے انعطافی زاویہ کوثر لکھنا زیادہ مناسب ہوگا اسلئے ہم اس مساوات کو

$$\mu = \frac{\text{جب } \left(\frac{\text{نہج}}{2}\right) \text{ لکھیں گے}}{\text{جب } \frac{\hat{A}}{2}}$$

پس  $\mu$  یعنی انعطاف نما کی قیمت کی تعین کے لئے ضرور ہے کہ منشور کا انعطافی زاویہ  $(\hat{A})$  ناپ لیا جائے اور پھر زاویہ اقل انحراف  $(\hat{D})$ ۔ مترجم [

پتھر کا ۲۲ الہنوں کے ذریعہ شیشے کے منشور میں روشنی کے انعطاف کی تعین۔ نقشہ کشی کے  تاو پر شیشہ کا ایک بڑا منشور

ایسی وضع میں رکھو کہ اسکا انعطافی کنارہ انتصابی ہو۔  
پنسل سے منشور کے گرد لکیر کھینچ کر اس کا مقام  
معیّن کرلو۔ منشور کی ایک سطح سے بالکل متصل ایک  
الپن کھڑا کرو۔ اس سے تقریباً ۱۰ اسم فاصلہ پر ایک  
دوسرا الپن انتصابی وضع میں کاغذ میں چبھو دو۔ اب  
منشور کی دوسری سطح میں سے دیکھو گے تو ان الپنوں  
کے خیال، نظر آئیں گے۔ آنکھ کو ہٹا کر ایسے مقام پر لیجاؤ  
جہاں سے ان الپنوں کے خیال (جو روشنی کے انعطاف  
سے بنتے ہیں) ٹھیک ایک سیٹ میں دکھائی دیں۔  
دو اور الپن آنکھ اور منشور کے بیچ میں اس خط پر  
استادہ کر دو۔ پھر ان الپنوں کے مقاموں کے ذریعہ  
واقع اور خارج شعاعیں کھینچو۔ اور ان کو منشور تک  
آگے بڑھا کر انکا زاویہ میلان یعنی انحراف کا زاویہ  
معلوم کرلو۔ خروج کا زاویہ بھی معلوم کرلو۔ پہلے الپن کو  
منشور کی سطح سے لگائے رکھو اور اپنے مقام سے  
دھٹے نہ دو۔ لیکن دوسرے کو ایسی جگہ لیجاؤ کہ اس سے  
جو شعاع واقع بنیگی اسکا زاویہ وقوع منشور کی سطح کے  
ساتھ پہلے سے جداگانہ ہو۔ خارج شعاع اب جس راستہ  
سے جائیگی اس کی سمت اور زاویہ انحراف معلوم کرلو۔  
پہی عمل وقوع کے کئی جداگانہ زاویوں کے ساتھ  
جن میں تقریباً پانچ پانچ درجوں کا فرق ہو، کیا جائے۔  
اور ایک منحنی کھینچ کر زاویہ انحراف اور زاویہ وقوع کا  
باہمی تعلق بتایا جائے۔  
اس منحنی سے واضح ہوگا کہ زاویہ انحراف کی  
قیمت ایک خاص زاویہ وقوع کے لئے اقل ہوتی ہے۔

جب یہ صورت پیش آتی ہے تو بتایا جائے کہ زاویہ وقوع و زاویہ خروج دونوں مساوی ہوتے ہیں۔

**تجربہ ۲۳**۔ الپنوں کے ذریعہ، ایک منشور کے لئے شعاع کے زاویہ اقل انحراف کی تعیین۔

پہلے کی طرح منشور کو نقشہ کشی کے تختہ پر رکھو۔ زاویہ انحراف

منشور کے جن بازوؤں کے میلان سے پیدا ہوتا ہے انہیں سے ایک بازو سے لگا کر ایک الپن کھڑا کرو۔ اور اس سے کوئی ۱۰ اسٹی میٹر دور ایک دوسرا الپن کھڑا کرو۔

اب منشور کے دوسرے بازو سے زاویہ کے اندر نظر ڈالو، ایسے مقام سے کہ متذکرہ بالا دو الپن ایک کے پیچھے ایک دکھائی دیں۔ پھر منشور کو اس کے بازو کے الپن سے لگا رکھ کر گہاؤ ساتھ ہی آنکھ کو بھی حسب ضرورت ہٹاتے جاؤ، تاکہ دونوں الپن ایک سیٹ میں نظر آتے رہیں۔

جب منشور کو ایک طرف گہاؤ گئے تو دونوں الپن ایک سیٹ میں نظر آنے لگے لئے آنکھ کو اسی طرف ہٹانے کی ضرورت پیش آئیگی۔ پھر منشور کے انعطافی زاویہ کا رخ ہوگا۔ اور جب اس کو مقابل جانب گہاؤ گئے تو آنکھ کو، پھلے جس جانب ہٹانا پڑا تھا اب اس کے مقابل

جانب گہانا ہوگا۔ ملاحظہ ہو شکل ۲۱۔ پہلی صورت میں منشور کے گہومنے سے شعاع کے انحراف میں کمی واقع ہوتی ہے اور دوسری صورت میں زیادتی۔ چونکہ ہمیں اقل انحراف کی وضع دریافت کرنا مقصود ہے اس لئے منشور کو اس طرح گھمانا چاہئے کہ آنکھ الپنوں کو ایک سیدھا

میں دیکھتے ہوئے منشور کے انعطافی زاویے کی جانب ہٹ جاتا ہے۔ جب منشور اس طرح تھوڑا سا گھوم لیا تو اپن کچھ دیر تک اپنی جگہ پر قائم نظر آئینگے باوجودیکہ منشور کی گردش بیشتر ہی کی سمت میں جاری رہیگی۔ اس کے بعد بھی اگر منشور کو اسطرف گھمائیں گے تو آنکھ کو پیشتر کی مقابل سمت میں مٹانا پڑیگا۔ جس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ انحراف میں پھر زیادتی شروع ہو گئی۔ پس منشور کو خفیف سا الٹا پھیر کر ایسی وضع میں لانا چاہئے کہ آنکھ شعاع واقع کی سمت تک سے جقدر نزدیک ہونا ممکن ہو، ہو جائے۔ اقل انحراف کی یہی وضع ہوگی۔

منشور کی اس وضع میں دو اپنوں کے ذریعہ شعاع خارج کی راہ معین کر دو اور منشور کے گرد پنسل سے لکیر کھینچ کر اس کے انعطافی زاویہ (۱) پر نشان لگا دو۔ اب منشور اور اپن کاغذ پر سے اٹھا لئے جاسکتے ہیں اور واقع اور خارج شعاعیں کھینچ کر زاویہ اقل انحراف (ح) بتایا جاسکتا ہے۔ صحت عمل کے امتحان کی غرض سے دیکھو آیا منشور کے اندر سے شعاع کا راستہ اس کے دونوں بازوؤں کے ساتھ مساوی زاویوں پر مائل ہے یا نہیں۔

جب  $\frac{1}{P} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2}$  کے ذریعہ سے ضابطہ مد =

منشور کے انعطاف نما کی تعین دو طریقوں سے ہو سکتی ہے۔ (۱) گنیا کی مدد سے۔ زاویے (۱) اور





$$\frac{\text{جب} \left( \frac{d+1}{2} \right)}{\text{جب} \left( \frac{1}{2} \right)} = \frac{\text{ثخ}}{\text{ثذ}}$$

$$\frac{\text{ثخ}}{\text{ثذ}} = \text{م}$$

پس اگر خطوط ثخ اور ثذ کے طول ناپ لئے جائیں تو انعطاف نما (م) کی قیمت شمار ہو جاتی ہے۔

داخلی کلی انعکاس اور زاویہ قائل۔

جب روشنی کی شعاع ایک باعتبار نور کثیف تر واسط سے نکل کر لطیف تر واسط میں داخل ہوتی ہے تو سطح قائل سے پرے مٹ جاتی ہے۔ یعنی جب > ۹۰ کی قیمت (۱) سے کم ہوتی ہے۔

پس زاویہ انعطاف کے بڑھنے کی شرح بہ نسبت زاویہ وقوع کے زیادہ ہوتی ہے۔

ایک زاویہ وقوع ۹۰° ایسا ہوتا ہے کہ انعطاف کے بعد شعاع خارج سطح قائل کے متوازی ہوتی ہے۔

یعنی زاویہ انعطاف ۹۰° ہوتا ہے۔ پس جب > ۹۰°

کثیف تر واسط سے لطیف تر واسط کا انعطاف نما۔

چونکہ جب > ۹۰° = ۱° لہذا اس انعطاف نما کی

قیمت جب > ۹۰° کے مساوی ہے۔

اگر کثیف واسط میں زاویہ وقوع ۹۰° سے

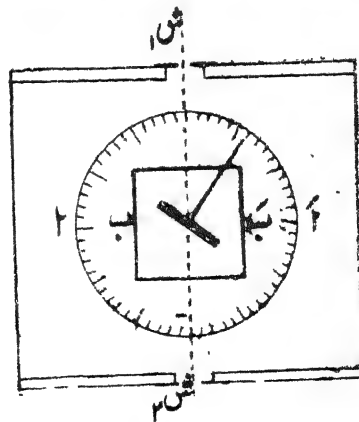
بڑھ جائے تو شعاع اس سے نکل کر لطیف واسطہ میں داخل نہیں ہو سکتی۔ اسلئے کہ زاویہ خروج کی جیب کی قیمت (۱) سے بڑھ نہیں سکتی۔ پس ایسی صورت میں سب کی سب روشنی کثیف مادہ ہی میں منعکس ہو جاتی ہے۔ اس انعکاس کو کلی داخلی انعکاس کہتے ہیں۔

وضع ہو کہ زاویہ  $\theta$ ، بلحاظ مقررہ دو واسطوں کے کثیف تر واسطہ میں نکلتی داخلی انعکاس ہونے کا سب سے چھوٹا زاویہ ہے۔ جب زاویہ وقوع اس سے ذرا چھوٹا ہوتا ہے شعاع دوسرے واسطہ میں سطح فاصل سے تماس کرتی ہوئی خارج ہوتی ہے۔ اسی وجہ سے یہ زاویہ ان دو واسطوں کا زاویہ فاصل کہلاتا ہے۔

اگر لطیف واسطہ ہوا ہو تو جیب  $\theta$  کثیف واسطہ کے انعطاف نما کا عکس ہوگی۔ اس لئے کہ وہ

کثیف واسطہ سے  
ہوا میں نور جانے  
کا انعطاف نما ہے۔

تجربہ ۲۴۔



زاویہ فاصل کی  
تعیین۔ شیشہ کی  
دو متوازی تختیوں  
کے بیچ میں پتلے ربڑ  
یا رابٹ کے ورق

شکل ۲۵۔ زاویہ فاصل کی تعیین۔

کا حلقہ رکھ کر ہوا کی ایک باریک جھلی مجس کی جاتی ہے۔ کناڈا بلسان کے ذریعہ تختیان جمادی جاتی ہیں اور آگ ایک انتصابی تیکے کے ساتھ جو تختیوں کے متوازی ہوتا ہے جوڑ دیا جاتا ہے، تاکہ سب کا سب ایک انتصابی محور کے گرد گھمایا جاسکے۔ زاویہ تحویل ایک ہم محور دائری پیمانے ۱۱ کے ذریعہ ناپا جاسکتا ہے۔ شکل (۲۳)۔

جس مانع کا زاویہ قہل دریافت کرنا مقصود ہو آگ اس میں ڈبو دیا جاتا ہے۔ اور مانع ایک مکعب شکل کے، شیشہ کی تختیوں سے بنائے ہوئے خانہ جاتا ہے۔

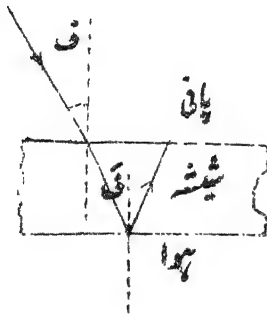
نور کی ایک تنگ پنسل مانع کے اندر سے خانہ کے دو پہلوؤں پر عمودوار، گزرتی ہے۔ شش، دو تنگ متوازی جہریاں ہیں۔ ایک جہری میں سے دیکھتے ہیں اور دوسری جہری کے پیچھے مبداء نور رکھا جاتا ہے۔

جب ہوا کی جھلی روشنی کی پنسل پر عمودوار واقع ہوتی ہے تو پنسل اس میں سے پار ہو جاتی ہے۔ تیکے کو گھمانے سے، مانع میں سے ہوا میں روشنی جانتیکا زاویہ وقوع بڑھتا جاتا ہے یہاں تک کہ زاویہ قہل کے مساوی ہو جاتا ہے۔ اگر نکلا اس سے ذرا اور زیادہ گھمایا جائے تو پنسل کا کلی انعکاس ہو کر ہوا میں کچھ بھی روشنی داخل نہیں ہونے پاتی۔ درجہ دار دائرے پر آگ کی چھ وضع نشان کر لی جاتی ہے۔ پھر شیشہ کے خانے کو الٹا گھاتے ہیں یہاں تک کہ روشنی پھر پیدا ہوتی ہے۔

اس کے بعد بھی اس کو اسی طرح گھمائے جاتے ہیں  
حتیٰ کہ روشنی مکرر غائب ہو جاتی ہے۔ خانہ جس زاویہ  
میں گھوما مانع کے زاویہ فاصل کا دوچند ہے۔

پس مانع کا انعطاف منا م۔ جب (ف)

اس طریقہ سے پانی کے زاویہ فاصل اور انعطاف  
نما کی تعیین کی جائے  
چونکہ ہوائی جہلی شیشہ کی تختیوں میں مجبوس ہے  
اس لئے روشنی مانع سے شیشہ میں آتی ہے اور شیشہ  
سے ہوا میں۔ جب



روشنی غائب ہوتی ہے  
تو اسکا وقوع جس زاویہ  
فاصل پر ہوتا ہے دراصل  
شیشہ اور ہوا کے زاویہ  
فاصل پر ہوتا ہے۔ بریں ہم  
بجز یہ متذکرہ بالا میں جو  
زاویہ ناپا جاتا ہے پانی  
اور ہوا کا زاویہ فاصل  
ہے۔ ذیل میں اس کی

شکل ۲۲۔ زاویہ فاصل۔

دھند بتائی جاتی ہے۔  
اگر پانی میں شعاع کا زاویہ وقوع اس کا زاویہ  
فاصل (ف) ہو اور شیشہ سے ہوا میں جانے کا زاویہ  
وقوع (ف) تو

$$\frac{\text{شیشہ کا انعطاف منا}}{\text{پانی کا}} = \frac{\text{پانی شیشہ}}{\text{جب ف}} = \text{جب ف}$$

$$\text{یعنے} \quad \frac{\text{جب ف}}{\text{جب ف}} = \frac{\text{ہوا مر شیشہ}}{\text{ہوا ہر پانی}}$$

$$\text{لیکن جب ف} = \frac{1}{\text{ہوا ہر پانی شیشہ}}$$

$$\therefore \text{جب ف} = \frac{1}{\text{ہوا ہر پانی}}$$

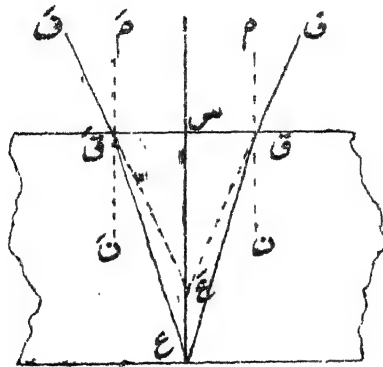
جس کے معنے یہ ہیں کہ اگر شعاع پانی سے شیشہ میں ایسے زاویہ پر واقع ہو جو پانی کے لئے زاویہ فاصل ہے تو منعطف شعاع شیشہ سے ہوا کی سطح پر جس زاویہ پر واقع ہوگی وہ شیشہ کے لئے زاویہ چھل ہوگا۔ پس شیشہ سے ہوا کی سطح پر ٹکرا کر شعاع کا کلی داخلی انعکاس جب ہی ہوتا ہے کہ پانی سے شیشہ میں داخل ہوتے وقت اسکا زاویہ وقوع پانی کے لئے زاویہ چھل ہے۔

ظاہری موٹائی کے ذریعہ انعطاف نما کی تعین

جب کسی صاف پانی کے حوض میں نگاہ انتہائی وضع میں پڑتی ہے تو پانی کی گہرائی حقیقی گہرائی سے کم نظر آتی ہے۔ اسی طرح اگر شیشہ کے ایک مستطیل کندے میں سے دیکھا جائے تو اس کی موٹائی اس کی حقیقی موٹائی سے کم نظر آتی ہے۔ یہ دراصل روشنی کے انعطاف کا نتیجہ ہے جبکہ وہ پانی سے نکل کر ہوا میں یا شیشہ سے ہوا میں آتی ہے۔

فرض کرو (ح) شفاف مستطیل کندے کی تہ میں

ایک نقطہ ہے، جہاں سے نور کی شعاعیں نکلتی ہیں اور  
گنڈے سے ہوا میں جاتے ہوئے ق ق کے پاس  
مڑ جاتی ہیں۔ شکل (۲۵)۔ ع ق اور ع ق عمود ع سے  
سے مساوی زاویوں پر مائل شعاعیں ہیں جو بعد انعطاف  
ق ق اور ق ق کی راہ سے ہوا میں چلی آتی ہیں۔  
ان منطف شعاعوں کو پیچے کی طرف بڑھانے سے وہ نقطہ  
(ع) پر مل جاتی ہیں۔ جب یہ شعاعیں کسی آنکھ میں  
داخل ہوتی ہیں تو اس کو نقطہ (ع) بمقام (ع) دکھائی  
دیتا ہے۔



شکل ۲۵۔ ظاہری موٹائی۔

اگر ہوا سے روشنی کیف تر واسطہ میں جانے کا  
انعطاف نما (م) قرار دیا جائے، تو

$$م = \frac{\text{جب } \langle \text{ف ق م} \rangle}{\text{جب } \langle \text{ع ق ن} \rangle} = \frac{\text{جب } \langle \text{ق ع س} \rangle}{\text{جب } \langle \text{ق ع س} \rangle}$$

$$\frac{\frac{\text{س ق}}{\text{س ع}}}{\frac{\text{ق ع}}{\text{ق ع}}} = \frac{\text{س ق}}{\text{س ع}}$$

جب دیکھنے والے کی نگاہ کندے پر انتصابی واقع ہوتی ہے تو س ع ق اور س ع ق زاوئے بہت چھوٹے ہونے ہیں اور ق ع ق ق ع ق ق ع ق کے مساوی ہو جاتا ہے اور ق ع ق ق ع ق ق ع ق کے س ع کے۔

$$\frac{\text{س ع}}{\text{س ع}} = \frac{\text{س ع}}{\text{س ع}} = \text{س ع}$$

اگر حقیقی اور ظاہری مٹائی دونوں ناپ لئے جائیں تو کندے کے مادے کا انعطاف نما دریافت ہو سکتا ہے۔

بجانب ۲۵۔ پانی کا ظاہری عمق

ناپ کر اس کے انعطاف نما کی تعیین۔ سفید کاغذ کا ایک نوکدار تکڑا ایک گلاس یا شیشہ کے خانہ کی تہ پر بچھا کر اس پر کوئی وزندار چسپنہ مثلاً پیسہ رکھ دو تاکہ کاغذ سرگنے نہ پائے۔ خانہ کی تہ سیاہ رنگی جانی چاہئے یا خانہ سیاہ رنگ کے کاغذ پر رکھا جائے اور پانی سے بہر کر ایسی بلندی پر رکھا جائے کہ مشاہدہ کرنے والا اس کے اندر اوپر سے دیکھ سکے۔ پھر ایک دوسرا کاغذ کا نمائندہ

ایک ٹیکن پر اس طرح رکھا جائے کہ پانی کی سطح سے اس کی بلندی میں حسب ضرورت تغیر تبدیل ہو سکے۔ اوپر سے پانی میں دیکھنے سے پھلے کا غڈ کا خیال جو شعاعوں کے انعطاف سے بینکا باسانی دکھائی دیکتا۔ دوسرے کا غڈ کا خیال بھی جو پانی کی سطح سے شعاعوں کا انعکاس ہو کر بینکا دکھائی دے سلیگا، بشرطیکہ اس دوسرے کا غڈ کی نیچے والی سطح بخوبی روشن ہو۔ اس دوسرے کا غڈ کی بلندی ٹھیک کر کے ان خیالوں کا اختلاف منظر رفع کیا جائے۔ ایسی صورت میں انعکاس اور انعطاف سے بنے ہوئے خیال ایک دوسرے سے منطبق ہو جائینگے۔ انعکاس سے پیدا ہونے والا خیال پانی کی سطح کے نیچے اسقدر فاصلہ پر واقع ہے جسقدر دوسرا کا غڈ سطح کے اوپر ہے۔ پس پانی کا ظاہری عمق اس کی سطح سے اس دوسرے کا غڈ کے فاصلہ کے مساوی ہے۔ یہ ظاہری عمق اور حقیقی عمق دونوں ناپ لئے جائیں اور ان سے پانی کا انعطاف نما شمار کیا جائے۔

تجربہ ۲۶۔ شیشہ کے انعطاف نما

کی تعین ظاہری عمق کے ذریعہ سے۔ ایک سفید کاغذ کے تاد پر ایک خط مستقیم کھینچ کر اس پر شیشہ کا ایک بڑا مستطیل کھینچ کر رکھو۔ اوپر سے اگر کندے پر نظر ڈالی جائے تو سارا خط دکھائی دینگا لیکن اس کا جو حصہ شیشہ کے اندر سے



دکھائی دیکھا بظاہر کسی قدر اٹھا ہوا نظر آئیگا۔ اس حصہ کا ظاہری مقام معلوم کرنے کے لئے ایک الہن کو افقی وضع میں خط کے متوازی اور نوک شیشہ کی سطح سے لگائے رکھ کر حسب ضرورت اوپر اٹھاؤ یا نیچے اتار دو حتیٰ کہ ایسا مقام ہاتھ آئے کہ الہن کی نوک اور شیشہ میں سے دکھائی دینے والے خط کے حصہ میں اختلاف منظر پایا نہ جائے۔ اس مقام کی یقین کے لئے ضرور ہوگا کہ الہن ایک ایسی ٹیکن پر رکھی جائے جو انتصابی خط میں حرکت کر سکتی ہو۔

الہن کی نوک سے شیشہ کی اوپر والی سطح کا فاصلہ ناپو اور نیز شیشہ کے کندے کی حقیقی موٹائی ناپ لو۔ ان دونوں کے ذریعہ شیشہ کا انعطاف ہما شمار کرو۔ یہ طریقہ صرف اسی وقت موزوں ہوتا ہے جبکہ شیشہ کا کندہ کافی موٹا ہو۔ ۲ سنتی میٹر یا اس سے کم موٹی تختیوں کے لئے ایک گیسو پیم خرد ہیں جو انتصابی خط میں ترتیب پاسکے استعمال کیجاتی ہے۔

تجربہ ۷۱۔ خرد ہیں کے ذریعہ سے انعطاف

نما کی یقین۔ خرد ہیں کو (۱) ایک کاغذ یا کسی اور مناسب مستوی سطح کے دیکھنے کے لئے (بغیر شیشہ کی تختی حائل رکھے) ماسک پر لائے ہیں، پھر (ب) تختی حائل رکھ کر اس کو کاغذ کے دیکھنے کے لئے ماسک پر لائے ہیں، اور (ج) تختی کی اوپر والی سطح کے لئے ماسک پر لائے ہیں۔ احتیاط کی جاتی ہے کہ ہر ایک صورت میں جو خیال دکھائی دیتا ہے اس میں اور خرد ہیں کے صلیبی تاروں

میں اختلاف منظر نہ ہو۔  
 ان وضعوں میں خرد ہیں کا کسر پیمیا پیمیا نہ پڑھ کر  
 تختی کی حقیقی اور ظاہری موٹائی فوراً دریافت کر لی جاتی  
 ہے اور پچھلے تجربوں کی طرح اسے انعطاف نما شمار  
 کیا جاتا ہے۔  
 مائع اگر کم مقدار میں ہوں تو ان کا انعطاف  
 نما بھی کسر پیمیا خرد ہیں کے ذریعہ دریافت کیا جاسکتا  
 ہے۔ جس طرف میں مائع ڈالا جائیگا اس کی تہ دیکھنے کے لئے  
 خرد ہیں کو ماسک پر لائے ہیں۔ پھر ظرف میں مائع  
 ڈال کر تہ کو خرد ہیں سے دیکھتے ہیں۔ اور آخر میں  
 مائع کی گہلی (ادپر کی) سطح خرد ہیں کو ماسک پر لاکر دیکھتے  
 ہیں۔ آخری صورت میں اگر مائع کی سطح پر ذرا سا  
 لائیکو بلوڈیم کا سفوف چھڑک دیا جائے تو خرد ہیں کو  
 ماسک پر لانے میں آسانی ہوگی۔

### فصل (۴) آتشی منحنیاں

مستوی اور کروی سطحوں کے انعکاس و انعطاف  
 کے ابتدائی نظریہ میں فرض کر لیا جاتا ہے کہ  
 ایک نقطے سے نکلنے والی شعاعوں کی پنسلیں انعکاس  
 یا انعطاف کے بعد ایک دوسرے نقطے پر جمع  
 ہوتی ہیں یا اس سے پہلے ہی نظر آتی ہیں۔ اور  
 یہ نقطہ زوجی ماسک کہلاتا ہے۔ بالعموم یہ بات  
 محض تقریباً صحیح ہے۔ کوئی دو قریب کی شعاعیں بعد  
 انعکاس یا انعطاف ایک نقطے پر متقاطع ہو سکتی

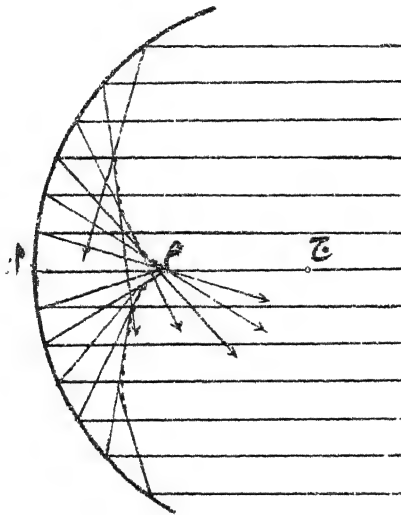
ہیں، لیکن یہ ضرور نہیں کہ یہ نقطہ دو اور نزدیک کی شعاعوں کے تقاطع کے نقطہ سے منطبق ہو۔ البتہ تمام شعاعیں ایک خاص منحنی سے تماس کر رہتی ہیں جو (بوجہ کثرت حدت نور و حرارت) خط آتشی یا آتشی منحنی کہلاتا ہے۔

بظور مثال، فرض کرو ایک مقعر نصف کمرہ کی شکل کے آئینہ پر اصلی محور کے متوازی شعاعوں کی ایک پنسل واقع ہے۔ شکل (۲۶) کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ بعد انعکاس صرف محور کے قریب کی شعاعیں اصلی پاسکے یعنی (ج) اور (۱) کے وسطی مقام (م) پر سے گزرتی ہیں۔ دوسری منعکس شعاعیں ایک آتشی خط کو چھوتی ہیں جو بلحاظ محور متساوی ہے اور نقطہ (م) پر ایک قرن رکھتا ہے۔

تجزیہ ۲۸۔ انعکاس سے پیدا ہونے والا

آتشی خط۔ اپنی منحنی بیاض میں صحیح پیمانہ پر ایک نقشہ کھینچ کر خط آتشی بناؤ جبکہ محور کے متوازی شعاعوں کی پنسل ایک نصف کروی آئینہ پر پڑتی ہے۔ پھلے ایک نصف دائرہ کھینچ کر آئینہ کی تراش بتاؤ۔ پھر کوئی ایک شعاع محور ج آ کے متوازی کھینچو۔ انعکاس کے بعد اس شعاع کی جو سمت ہوگی اس کو ہندسی طریقہ سے باسانی اس طرح بتا سکتے ہیں۔ (ج) کو مرکز مان کر ایک دائرہ کھینچو جو اس شعاع سے تماس کرے۔ آئینہ کے جس نقطہ پر شعاع واقع ملتی ہے اس سے ایک دوسرا خط کھینچو جو اس

دائرہ سے تماس کرے۔ شعاع منعکس بھی ہے۔  
 [طالب علم کو اس کے ثابت کرنے میں کوئی دقت نہ ہوگی]۔  
 محور کے متوازی دوسری اور شعاعیں کہیںچ کر بھی عمل  
 دوہراؤ۔ اور منعکس متواتر شعاعوں کے تقاطع کے  
 مقاموں پر سے گزرنے والا منحنی کہیںچو۔ یہ منحنی اس  
 سطح آتشی کی تراش ہے جو ایک مقعر نصف کرہ کی  
 آئینہ پر محور کے متوازی واقع شعاعوں کے انعکاس  
 سے بنتی ہے۔



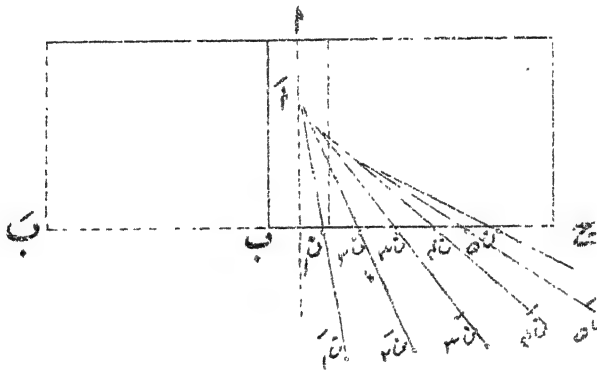
شکل ۲۶۔

انعکاس سے آتشی خط کی پیدائش

شیشہ کے ایک مستطیل کندے میں روشنی کے انعطاف  
 سے جو آتشی سطح بنتی ہے، اپنیوں کے ذریعہ تجربہ کر کے



منحنی کا دوسرا پہلو اور قرن کا صحیح مقام معلوم کرنے کے لئے شیشہ کو بازو کی طرف ہٹا کر، نقطہ دار خط کے ذریعہ جو وضع بتائی گئی ہے، اس میں رکھنا ہوگا۔ ملاحظہ ہوا کہ اس عمل کو دہرانے سے خط آتشی کا دوسرا پہلو بھی دریافت ہو جائیگا۔ جب شیشہ



شکل ۷۷۔۲۔

انعطاف سے آتشی خط کی پیدائش

میں سے اپن (۲) کو دیکھتے وقت نگاہ عمود وار واقع ہوگی تو اپن کا خیال اس آتشی خط کے قرن (۱) کے پاس نظر آئیگا۔ طالب علم کو چاہئے اس شکل کو بھی اپنی مشقی بیاض میں صحت کے ساتھ اتار لے۔

صفحہ (۷۱) پر جو ضابطہ ثابت ہوا ہے اس کے ذریعہ سے شیشہ کے کندے کا انعطاف نما شمار کر لیا جائے:

کنڈے کی حقیقی موٹائی

مر = ظاہری موٹائی

ظاہری موٹائی سے مراد خط آتشی کے قرن کا فاصلہ  
کنڈے کی باہری سطح سے ہے جو موازنہ کرنے والے کی  
انگلی سے قریب ترین ہے۔ سہل چاب کے ذریعہ  
کنڈے کی حقیقی موٹائی ناپ لی جاسکتی ہے۔  
میں یہ چونکہ اس تریبی طریقہ سے آتشی خط کے  
قرن (۱) کا مقام کافی صحت کے ساتھ نہیں دریافت  
ہو سکتا ہے اس لئے العطف نما (مر) کی قیمت  
چند اضعاف شمار نہوگی۔

# دوسرا باب

## کروی آئینے

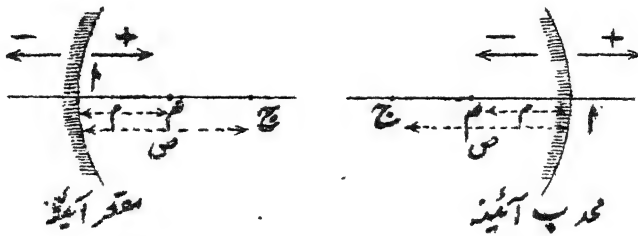
### فصل (۱) تمہیدی نظریہ

کروی آئینہ سے مراد ایک مجلّا سطح ہے جو ایک جزو کرّہ کے مشابہ ہوتی ہے۔ کرّہ کا مرکز آئینہ کا مرکز انحنّا کہلاتا ہے۔ جب مجلّا سطح کا رخ مرکز انحنّا کی طرف ہوتا ہے تو آئینہ مقعر ہوتا ہے، جب مجلّا سطح کا رخ مرکز انحنّا کی مخالف سمت میں ہوتا ہے تو فحیدب آئینہ کے وسطی مقام کو عموماً اس کا قطب کہتے ہیں۔ آئینہ کے محور سے مراد وہ خط ہے جو اس کے مرکز انحنّا اور قطب کو ملاتا ہے۔ واضح ہے کہ کروی آئینہ کا کنارہ ایک دائرہ ہے۔ اس کے قطر کے سروں کو مرکز انحنّا سے ملانے سے مرکز پر جو زاویہ بنتا ہے ہم اس کو آئینہ کا سمبہوہ کہینگے۔

جب محور کے متوازی شعاعوں کی ایک پنسل کروی آئینہ پر پڑتی ہے تو بعد انعکاس (اگر آئینہ مقعر ہو تو) مستقیم ہو کر محور کے ایک نقطہ پر جمع ہو جاتی ہے اور (اگر آئینہ فحیدب ہو تو) اس نقطہ سے موزع ہو کر نکلتی ہوئی نظر آتی ہے۔ یہ نقطہ آئینہ کا اصلی ماسکہ کہلاتا ہے۔



چھوٹے سپرہ کے کردی آئینہ کا اصلی ماسکہ اس کے قطب اور مرکز انحناء کے مقام وسط پر واقع ہوتا ہے۔ جب مقعر آئینہ کے اصلی ماسکہ پر نور کا ایک نقطہ رکھا جاتا ہے (یعنی نہایت چھوٹے آئینہ کا مبداء نور ہوتا ہے) تو بعد انعکاس شعاعیں محور کے متوازی چلی جاتی ہیں۔ ایسا ہی جب ایک مستقیم پنسل ~~معدب~~ معدب آئینہ پر پڑتی ہے اور اس کے رخ آئینہ کے ٹھیک اصلی ماسکہ کی طرف ہوتا ہے تو انعکاس کے بعد شعاعیں محور کے متوازی چلی جاتی ہیں۔ آئینے کے محور پر جو فاصلے ناپے جاتے ہیں انہی علیامتوں کے متعلق خاص قرار داد ضرور ہے۔ عام طور پر جو قرار داد مروج ہے ذیل میں اس کو درج کیا جاتا ہے۔



شکل نمبر ۲۔  
مقعر اور معدب آئینے۔

- (۱) تمام فاصلے آئینہ کے قطب سے ناپے جائیں۔
- (۲) قطب سے جب کوئی فاصلہ مبداء نور کی طرف

ناپا جاتا ہے تو مثبت تصور کیا جائے، اور جب اس کے مخالف سمت میں ناپا جاتا ہے تو منفی۔ پس اس قرار داد کے بموجب مقعر آئینہ کے انحناء کا نصف قطر اور اس کا ماسکی طول مثبت مقداریں ہوں گی۔ یہی مقداریں جب محدب آئینہ سے متعلق ہوں گی تو منفی ہوں گی۔ دیکھو شکل (۲۸)۔

محور پر واقع دو نقطے زوجی ماسکے کہلاتے ہیں اگر ان میں سے ایک نقطہ سے نکل کر آئینہ سے منعکس ہونے کے بعد نور کی شعاعیں دوسرے نقطہ پر جمع ہوتی ہیں یا اس سے پھیلتی ہوئی نظر آتی ہیں۔

واضح ہے کہ یہ نقطے ایک دوسرے کے خیال میں ایک نقطہ دوسرے کا ہندسی خیال کہلا سکتا ہے۔

کروی آئینوں کے انحناء کے نصف قطر (م)، ماسکی طول (م)، قطب آئینہ سے شخص کے فاصلہ (مش)، اور اسی نقطہ سے خیال کے فاصلہ (خ) میں جو باہمی تعلق ہے، مندرجہ ذیل ضابطہ سے اس کا پتہ چلتا ہے:

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{m} = \frac{1}{m}$$

کسی کردی سطح کا انحناء ناپنا مقصود ہو تو اس کُرہ کے نصف قطر کے متکافی سے اسکی پائش



چونکہ دائرہ کے خواص سے

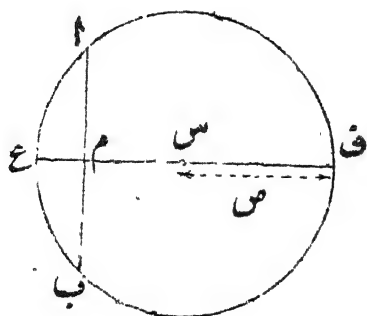
$$ع م \times م ف = (م)^2$$

$$\therefore م ع = \frac{(م)^2}{م ف}$$

اگر قوس کافی چھوٹا ہے تو

$$م ع = \frac{(م)^2}{ص} - تقریباً$$

جہاں (ص) سے مراد دائرہ کا نصف قطر ہے۔



پس ایک ہی  
وتر رکھنے والی چھوٹی  
قوسوں کا انحناء کے  
عمق کا متناسب ہوتا  
ہے۔ معمولی کردیت  
پیما کے ذریعہ جو چیز  
راست ناپی جاتی ہے  
پہی قوس کا عمق ہے۔  
پس ایسے کردیت  
پیما کا بنانا جس سے  
کسی سطح کے انحناء

شکل ۲۹۔ قوس کا انحناء۔

کی، ڈائی آپٹکس میں، راست تعین ہو کچھ مشکل بات  
نہیں۔ منظری سامان فروش اس اصول پر تیار کئے  
ہوئے سادے آلے استعمال کر کے عینک وغیرہ کے

عدسوں کا انحناء معلوم کر لیتے ہیں۔

## فصل (۲)۔ مقعر آئینہ میں حقیقی خیال کی پیدائش۔

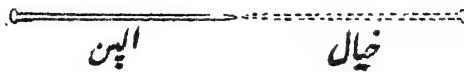
خیال اور شخص کا انطباق۔ اگر نور کا ایک چھوٹا اور بہت روشن مبداء ایک مقعر کروی آئینہ کے مرکز انحناء پر رکھا جائے، روشنی کی تمام شعاعیں جو آئینہ پر پڑیں گی عمود وار ہوں گی، اس لئے وہ سب کی سب جس راستہ جائیں گی اسی راستہ آئینہ سے منعکس ہو کر واپس لوٹیں گی۔ یعنی مرکز انحناء پر واپس ہوں گی۔ پس خیال مرکز انحناء ہی پر پیدا ہوگا۔ بالفاظ دیگر خیال اور شخص مرکز انحناء پر منطبق ہونگے اور خیال باعتبار شخص معکوس ہوگا۔

تجربہ ۱۔ مقعر آئینہ کے نصف قطر انحناء کی تعیین۔

مرکز انحناء کا موقع دریافت کرنے کا آسان طریقہ یہ ہے کہ آئینہ کے سامنے ایک چھوٹی شے (مثلاً ایک اپن) رکھی جائے اور اختلاف منظر کی مدد سے دیکھ لیا جائے کہ کس مقام پر شخص اور خیال منطبق ہوتے ہیں۔ آئینہ کا منہ انتصابی وضع میں رکھنا ہو تو اس کو میسر پر قائم کیا جاسکتا ہے، اگر افقی وضع میں رکھنا مقصود ہو تو مناسب اونچائی کی ایک تپائی پر رکھ سکتے ہیں تاکہ تجربہ کرتے وقت اس میں اوپر سے نیچے کی طرف دیکھ سکیں۔ طالب علم کو چاہئے ایک آنکھ بند کر کے اپنا سر آئینہ کے سامنے ایسی جگہ رکھے کہ اس کی دوسری (کھلی) آنکھ آئینہ کے وسطی مقام پر نظر آئے۔ ایسی حالت میں

انکسہ اور اس کا خیال دونوں آئینہ کے محور پر واقع ہونگے۔

اب ایک اپن لے کر اس کی نوک آئینہ کے محور پر رکھی جائے۔ نوک محور پر جب ہی واقع ہوگی کہ انکسہ کا خیال اور اپن کی نوک دونوں ایک سیٹ میں نظر آئینگے۔ اپن کی وضع جب ٹھیک طور پر ترتیب پائیگی اس کا خیال آئینہ میں الٹا نظر آئیگا (بشرطیکہ اپن آئینے سے بہت قریب نہ ہو)۔ تمام مناظری تجربوں میں جن میں اپنوں اور ان کے خیالوں کے ذریعہ مشاہدات عمل میں آتے ہیں، پوری کامیابی اسی وقت ممکن ہے جبکہ مشاہدہ کرنے والا آئینہ (یا عدسہ) سے جس قدر دور ٹھٹھا ممکن ہو ہٹ کر مشاہدہ کرے، اور جو اپن بطور شخص استعمال ہو وہ بھی کافی دور واقع ہو۔ طالب علم کو چاہئے اس ہدایت پر ہمیشہ عمل پیرا ہو۔



شکل نمبر ۳۔

اپن کی نوک اور اس کے خیال کا انطباق۔

اس تجربہ میں اب تک جو کچھ کیا گیا اس سے صرف اپن کی نوک اور اس کا خیال آئینہ کے محور پر قائم ہوسکے۔ دونوں میں انطباق لازم نہیں ہوا۔ اب اپن کو ٹھاکر

ایسی جگہ رکھنا چاہئے کہ محور کی سمت میں نگاہ کو جما دینے  
 رکہ کر اس کی نوک دیکھی جائے تو اس کے خیال کی  
 نوک کے ساتھ منطبق نظر آئے۔ صحیح انطباق کے امتحان  
 کے لئے طریقہ اختلاف منظر سے مدد لی جائے جو کتاب  
 کے صفحہ (۱۴) پر سمجھایا گیا ہے۔

جب اختلاف منظر باقی نہ رہے تو اپن کی نوک آئینہ  
 کے مرکز انحناء پر واقع ہوگی۔ آئینہ کے قطب سے اپن کی  
 نوک کا فاصلہ ناپ لیا جائے۔ انحناء کا نصف قطر یہی ہے۔  
 کر دی سطح کا نصف قطر انحناء ڈائی آپٹروں (بصریوں) میں  
 شمار کیا جائے۔

نتیجہ کی صحت معلوم کرنے کے لئے کرویت پیمائے کے ذریعہ  
 نصف قطر انحناء راست طور پر ناپ لیا جاسکتا ہے۔ لیکن  
 یہ یاد رکھنا چاہئے کہ کرویت پیمائے کے ذریعہ آئینہ کے  
 سامنے کی سطح کا انحناء ناپا جائیگا۔ مناظری طریقہ پر جس  
 انحناء کی پیمائش ہوئی ہے آئینہ کی عقبی سطح سے متعلق  
 ہے۔ بہتیرے آئینے جو مقعر کہلاتے ہیں دراصل مستوی  
 عدسے ہیں جن کی پشت پر مستوی آئینہ کا سپہارا ہوتا ہے  
 یا جنکی عقبی سطح مقفوض ہوتی ہے۔

زوجی ماسکے۔ جب شخص کا محل مقعر آئینہ کے

اصلی ماسکے اور مرکز انحناء کے مابین کہیں بھی ہوتا ہے خیال  
 حقیقی اور الٹا بنتا ہے اور اس کا فاصلہ آئینہ سے  
 نصف قطر انحناء سے بڑا ہوتا ہے۔ ایسا خیال پردہ پر آسکتا  
 ہے اس لئے کہ جن شعاعوں سے اس کی پیدائش ہوتی  
 ہے فی الحقیقت باہم دیگر متقاطع ہوتی ہیں۔

جواب ۳۔ ایک مفقہ آئینہ کے زوجی ماسکوں کی تعین اور اس کے ماسکی طول کا شمار۔  
 تجربہ (۳) کے طریقہ سے آئینہ کے انخا کا نصف قطر دریافت کرو۔ اصلی ماسکہ آئینہ کے قطب اور مرکز انخا کے بیچ میں ہوگا۔ اپن کو مرکز انخا اور اصلی ماسکہ کے مابین، مگر ابتداءً مرکز انخا سے قریب، ایسی وضع میں رکھو کہ اس کی نوک آئینہ کے اصلی محور ہی پر واقع ہو۔ ایک حقیقی، الٹا، اور شخص سے بڑا خیال پیدا ہوگا جو آئینہ سے مرکز انخا کے فاصلہ سے زیادہ دور ہوگا۔ خیال کے محل کی تعین کے لئے آنکھ کو محور ہی پر رکھ کر آئینہ سے کافی دور ہٹ جاؤ۔ اپن کا ایک معکوس خیال دکھائی دیگا۔ اپن پر کاغذ کی ایک چھوٹی جھنڈی لگا دی جاسکتی ہے، اس سے خیال کے پھانسنے میں آسانی ہوگی۔

اب ایک دوسرے اپن کی نوک کو آئینہ کے محور پر رکھ کر اس کے لئے طریقہ اختلاف منظر سے ایک ایسا مقام دریافت کرو کہ پھلے اپن کے ساتھ اس کا تسلسل نظر آئے۔ دوسرے اپن کا جب صحیح محل دریافت ہو جائے، جس قدر فصحت کے ساتھ ناپنا ممکن ہو، آئینہ کے قطب سے پھلے اپن کا فاصلہ (میں) ناپو اور پھر دوسرے اپن کا فاصلہ (خ)۔

شخص کے محل تین چار مرتبہ بدل بدل کر اسی تجربہ کو دوہراؤ، تجربہ میں، بہ نسبت پہلے کے، شخص کا



فاصلہ اصلی ماسکہ سے گھساتے جاؤ۔ دیکھو جوں جوں شخص آئینہ سے قریب ہوتا جائیگا خیال دور ہٹتا جائیگا۔  
مقرر آئینہ کا ماسکی طول ذیل کے ضابطے سے شمار کیا جائے:-

$$\frac{1}{م} + \frac{1}{ش} = \frac{2}{ص} = \frac{1}{م}$$

منطری ضابطوں میں مقادیر کی علامتیں -

آئینوں یا عدسوں کے کسی ضابطے سے جب کبھی کام لیا جائے طالب علم کو چاہئے اس کی علامتوں میں تغیر تبدیل نہ کرے۔ جو مقادیر (ش)، (خ)، (ص) وغیرہ ضابطہ میں داخل ہوں انکی قیمتیں، صفحہ (۸۲) کے قرار داد کے بموجب، صحیح علامتوں (+ یا -) کے ساتھ، ضابطہ میں بالترتیب لکھی جائیں اور پھر حسابی عمل کیا جائے۔ اگر اس ہدایت کے بموجب عمل نہ ہو تو سہو سے بچنا مشکل ہے، علی الخصوص عدسوں سے متعلق بعض پیچیدہ جملے جب استعمال ہوتے ہیں۔

فصل (۳) کردی آئینہ میں مجازی خیال کی پیمائش۔

جب محدب آئینہ کے سامنے، یا مقعر آئینہ کے قطب اور اصلی ماسکہ کے مابین، کوئی شے رکھا جاتا ہے تو خیال مجازی پیدا ہوتا ہے۔ انعکاس کے بعد ایسی صورتوں میں صرف شعاعوں کی سمتیں، نہ کہ خود

شعاعیں، باہم دیگر متقاطع ہوتی ہیں۔ اسی لئے مجازی خیال پردہ پر آئینہ نہیں سکتا۔

تجزیہ ۳۲۔ ایک محدب آئینہ کے ماسکی طول کی تعیین، اپن کے طریقہ سے۔

طریقہ (۱)۔ محدب آئینہ کے سامنے ایک اپن کھڑا کرو۔

خیال ہمیشہ آئینہ کے عقب میں واقع ہوگا۔ اس کا محل معلوم کرنے کے لئے آئینہ کے پیچھے ایک لمبا اپن، بعد آزمائش، ایسی جگہ کھڑا کرو کہ اس کا سرجب آئینہ کے سرے پر سے دیکھا جائے، پہلے اپن کے مجازی خیال کے ساتھ اختلاف منظر نہ ہو۔ اگر آئینہ کا سپوہ بُرا ہو تو، کروی ضلالت کی وجہ سے صحیح محل کی تعیین مشکل ہوتی ہے۔ بعض اوقات آئینہ کے وسطی مقام کے گرد ایک چھوٹے رقبہ پر سے، جو چاندی چڑھی ہوتی ہے، چھیل دی جاتی ہے۔ اور آئینہ کے پیچھے کے اپن کو اس شفاف حصہ میں سے دیکھ کر خیال سے منطبق کرتے ہیں۔ سامنے والے اپن کو پہلے مقام سے ہٹا کر کئی اور مناسب موقعوں پر رکھو اور انعکاس فور سے پیدا ہونے والے مجازی خیال کے محل دریافت کرو۔ جوں جوں شخص، آئینہ سے قریب ہوتا جائیگا خیال بھی ساتھ ساتھ آئینہ کے نزدیک پہنچتا جائیگا۔ ہر موقعہ کے لئے (ش) اور (خ) فاصلے ناپ لو۔

ہر ہر موقعہ کے شخص اور خیال کے فاصلوں یعنی (ش) اور (خ) کے ذریعہ، انکی صحیح علامتوں کا لحاظ کر کے،

آئینہ کے ماسکی طول کی قیمت شمار کرو۔  
مجدب آئینہ کا ماسکی طول دریافت کرنے کیلئے چوتھے  
باب میں چند اور طریقے بتائے گئے ہیں۔

مختصر ۳۳۔ مجازی خیال کے ذریعہ مقعر

آئینہ کے ماسکی طول کی تعیین۔ ایک اپن مقعر

آئینہ کے سامنے قطب آئینہ اور اصلی ماسک کے مابین

کسی مقام پر کھڑا کر کے مجازی خیال کا محل، مصرعہ بالا  
طریقہ سے، دریافت کرو۔ اگر آئینہ کا سہوہ بڑا نہ تو دوسرے  
اپن کا مقام آئینہ کے سرے پر سے دیکھ کر ٹھیک کیا  
جاسکتا ہے، ورنہ آئینہ کے وسطی مقام پر سے فلزی آئینہ  
چھیل کر اُس کے اندر سے دیکھ سکتے ہیں۔

# تیسرا باب

عدسے

## فصل (۱) تمحیدی نظریہ

ابتدائی کتابوں میں عدسہ سے مراد انعطاف نور کا ، دو سطحوں سے محدود واسطہ ہے ، جن میں سے ہر ایک سطح ایک ایک کمرے کا جزو ہے ۔ معینا یہ عدسے پتلے تصور ہوتے ہیں یعنی انکی سطحوں کا درمیانی فاصلہ بمقابلہ ہر ایک سطح کے نصف قطر انحناء کے چھوٹا ہوتا ہے ۔ چونکہ عدسہ کی دو سطحیں ہوتی ہیں اس لئے اس کے دو مرکز انحناء اور دو نصف قطر انحناء ہوتے ہیں ۔

اگر ایک سطح مستوی واقع ہو تو اس کا نصف قطر انحناء نامتناہی بڑا ہوگا ۔ دونوں مرکز انحناء کو ملانے والا خط عدسہ کا محور کہلاتا ہے ۔ عدسوں کی دو قسمیں شیعہ جاسکتی ہیں ، ایک مدقق دوسری موسع ۔

مدقق عدسہ یا جیسا کہ عام طور پر کہا جاتا ہے محدب عدسہ بیچ میں کناروں کی بہ نسبت موٹا ہوتا ہے ۔ موسع یا مقعر عدسہ بہ نسبت کناروں کے بیچ میں پتلا ہوتا ہے ۔

ہر عدسہ کے دو اصلی ماسکے اور دو ماسکی طول ہوتے ہیں۔ پتلے عدسوں کے دونوں بازو جب ایک ہی واسطہ ہوتا ہے تو ان کے دونوں ماسکی طول مساوی ہوتے ہیں۔ یہاں ماسکی طول سے مراد عدسہ سے ایک اصلی ماسکہ کا فاصلہ ہے۔

اولی اصلی ماسکہ (نقطہ کی شکل کے) شخص کا وہ محل ہے جس کے لئے خیال کا محل لا تنہا ہی پر ہوتا ہے۔ یعنی جب شخص اولی اصلی ماسکہ پر ہوتا ہے تو شعاعیں عدسہ سے متوازی بنکر خارج ہوتی ہیں اور خیال لا تنہا ہی پر واقع ہوتا ہے۔

ثانوی اصلی ماسکہ خیال کا محل ہے جب کہ شخص لا تنہا ہی پر ہوتا ہے یعنی جب واقع شعاعیں متوازی ہوتی ہیں تو عدسہ سے خارج ہو کر ثانوی اصلی ماسکہ پر جمع ہوتی ہیں۔

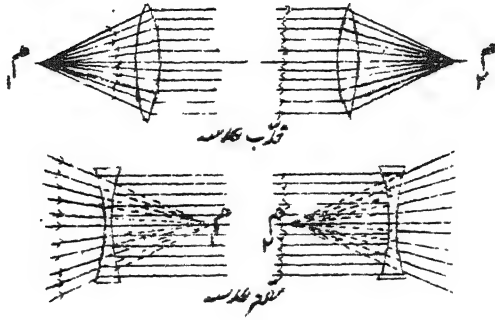
جہاں محور عدسہ سے ملتا ہے وہاں ایک مستوی

محور پر عمودی کہینچا جائے تو عدسہ کا اصلی مستوی کہلاتا ہے۔ ماسکی نقطوں میں سے جو مستوی محور پر

عمودی کہینچے جاتے ہیں ماسکی مستویاں کہلاتے ہیں۔ پتلے عدسہ کا مناظری مرکز وہ نقطہ ہے جہاں محور عدسہ سے ملتا ہے۔

عدسہ کے دائرہ کناری کا قطر ایک اصلی ماسکہ پر

جو زاویہ بنائے اس کو عدسہ کا سپرہ کہہ سکتے ہیں۔  
عدسہ کا سپرہ عموماً چھوٹا ہوتا ہے۔



### شکل ۳۔

#### محدب اور مقعر عدسے

آئینوں کی طرح، عدسوں کے متعلق بھی محور کے متوازی جو فاصلے ناپے جاتے ہیں انکی علامتوں کی نسبت ایک قرار داد لازم ہے۔ عموماً یہ طریقہ مروج ہے۔

- (۱) تمام فاصلے عدسہ کے مرکز سے ناپے جائیں۔
  - (۲) جو فاصلے عدسہ سے مبداء نور کی سمت میں ناپے جاتے ہیں مثبت تصور ہوں، اور جو اس کے مخالف سمت میں ناپے جائیں منفی تصور ہوں۔
- عدسہ کے ماسکی طویل سے علی العموم عدسہ سے اس کے ثانوی اصلی ماسکے کا فاصلہ مراد ہے۔ مگر بالاقرار داد کی بموجب محدب عدسہ کا ماسکی طویل منفی اور مقعر کا

مثبت ہوتا ہے۔  
 اگر عدسہ کا ماسکی طول (م) ، شخص کا فاصلہ عدسہ سے  
 (ش) اور خیال کا فاصلہ (خ) ہو تو ان کا باہمی تعلق  
 ضابطہ ذیل میں منضبط ہے :

$$\frac{1}{م} = \frac{1}{ش} - \frac{1}{خ}$$

اگر بطور اختصار  $\frac{1}{م} = ش$  ،  $\frac{1}{خ} = ش$  اور  $\frac{1}{م} =$   
 م لکھا جائے تو مصرعہ بالا ضابطہ اس شکل میں بدل جاتا ہے :  
 $ش = م$

اس مساوات میں (ش) عدسہ سے ٹکراتے وقت  
 ناصیہ موج کا انحناء ہے اور (خ) عدسہ سے نکلتے وقت  
 ناصیہ موج کا انحناء۔

(م) جو عدسہ کے ماسکی طول کا متکافی ہے عدسہ  
 کی ماسکی طاقت کہلاتی ہے۔

نور کے موجی نظریہ کے لحاظ سے اس ضابطہ  
 کا مفہوم یہ ہے کہ عدسہ کی وجہ سے ناصیہ موج کے  
 انحناء میں جو تبدیلی پیدا ہوتی ہے عدسہ کی ماسکی طاقت  
 کے مساوی ہے۔ یہ انحناء اور نیز عدسہ کی ماسکی  
 طاقت ڈائی آپٹروں میں ناپے جاتے ہیں ، جس کا  
 صفحہ (۸۳) پر ذکر ہوا ہے۔ علمی اصطلاح میں عدسہ کی

ماسکی طاقت ایک ڈائی آپٹکس اس صورت میں سمجھی جاتی ہے جبکہ اس کا ماسکی طول ایک میٹر ہوتا ہے۔  
نوٹ۔ واضح ہو کہ عینک ساز اور عینک فروش  
محب عدسہ کی ماسکی طاقت کو مثبت کہتے ہیں اور مقعر  
عدسہ کی طاقت کو منفی۔ اور یہ قرار داد ہماری علمی  
قرار داد کی عین ضد ہے۔

### فصل (۲) عدسوں کے ساتھ آسان تجربے۔

جواب ۳۴۔ عدسہ کی خاصیت یا نوعیت کی

پہچان۔ ایک آسان لیکن ساتھ ہی نہایت باریک امتحان  
محب اور مقعر عدسوں کے امتیاز سے متعلق یہ ہے کہ  
عدسہ کو ٹھیک آنکھ کے سامنے پکڑ کر اس میں سے  
ایک دور کی شے دیکھی جائے، آنکھ کو ساکن رکھ کر عدسہ  
کو پھلے ایک بازو حرکت دیجائے اور پھر دوسرے بازو۔  
اگر ایسی حالت میں وہ شے اس سمت میں حرکت کرتی  
ہوئی نظر آئے جو عدسہ کی حرکت کی سمت کے مخالف  
ہے تو عدسہ محب ہوگا۔ اور اگر اُسی سمت میں  
حرکت کرتی ہوئی نظر آئے تو عدسہ مقعر ہوگا۔

پتلے عدسوں کے لئے یہ امتحان بہت با اثر ہے۔  
اس طریقہ پر چند پتلے عدسوں کی آزمائش کرو۔ انکی  
نوعیت معلوم ہونے کے بعد ایک محب عدسہ کو دوسرے  
مقعر عدسہ کے ساتھ ملا کر اس طریقہ پر امتحان کر کے  
دیکھو آیا مجموعہ مدقی ہوتا ہے یا موسع۔



۲۰ یا ۳۰ سنتی میٹر ماسکی طول کا ایک محدب عدسہ لو اور دیکھو اس سے کیسے خیال بنتے ہیں۔ جب عدسہ آنکھ کے قریب ہوگا خیال سیدھا اور شے سے بڑا نظر آئیگا۔ اگر شے دور واقع ہو تو خیال مدہم ہوگا، لیکن کم فاصلہ پر ہو تو واضح اور مجازی ہوگا۔ دور کی شے کو دیکھتے وقت اگر عدسہ آنکھ سے دور بٹھایا جائے تو خیال کی وضاحت اور زیادہ کم ہوتی جائیگی حتیٰ کہ جب عدسہ ایک خاص فاصلہ پر پہنچے گا تو خیال اس قدر مدہم ہو جائیگا کہ اس سے شے کی شکل و شباہت وغیرہ کچھ بھی نہ معلوم ہوگی۔ اس کے بعد جب عدسہ آنکھ سے اور زیادہ دور پر رکھا جائیگا ایک الٹا خیال دکھائی دیگا۔ یہ خیال حقیقی ہوگا اور عدسہ اور آنکھ کے مابین کسی ایک جگہ واقع ہوگا۔ اسی طرح ایک مقعر عدسہ کے ساتھ تجربہ کیا جائے۔ جو کوئی شے دیکھی جائیگی اس کا خیال سیدھا اور چھوٹا نظر آئیگا اور مجازی ہوگا۔

### محدب عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین کے طریقے

طریقہ (۱)۔ کسی دور کی شے کا خیال دریافت کر کے۔

جب کسی دور کے مبداء نور کی شعاعیں محدب عدسہ میں سے گزرتی ہیں تو مستقیم ہو کر عدسہ کے اصلی ماسکے پر جمع ہوتی ہیں۔ عدسہ سے اس نقطہ کا فاصلہ عدسہ کا ماسکی طول ہے۔

پتہ ۳۵۔ محدب عدسہ کے ماسکی

طول کی تعین (۱)۔ ایسے عدسہ کے ماسکی طول کی تعین کا آسان طریقہ یہ ہے کہ اس عدسہ کے ذریعہ ایک پردے پر کسی دورگی چیز کا خیال بنایا جائے۔ اگر آفتاب کی روشنی راست طور پر چھپا نہیں ہو سکتی تو دور کے کسی چراغ یا روشن دان کی روشنی سے کام لیا جاسکتا ہے۔ عدسہ کو ٹھیک مقام پر ترتیب دو حتیٰ کہ پردے پر ایک ممتاز الحدود خیال نظر آئے۔ پھر عدسہ سے پردے تک کا فاصلہ ناپ لو۔ یہ فاصلہ عدسہ کا تقریبی ماسکی طول ہوگا۔ تجربہ میں اس بات کی اہمیت پیش نظر رہے کہ پردے پر جس چیز کا خیال بنتا ہے اس کا فاصلہ عدسہ سے عدسہ کے ماسکی طول کی نسبت بہت بڑا ہو۔

طریقہ (۲)۔ عدسہ کے ساتھ ایک

مستوی آئینہ استعمال کر کے۔ جب کسی محدب عدسہ کے اصلی ماسکہ پر ایک منور نقطہ واقع ہوتا ہے اس کی شعاعیں عدسہ میں سے نکل کر متوازی ہو جاتی ہیں۔ اگر ان متوازی شعاعوں پر ایک مستوی آئینہ عمودی وضع میں پکڑا جائے تو شعاعیں جس راہ سے آئی تھیں ٹھیک اسی راہ سے واپس لوٹا دی جائیں گی اور پھر عدسہ میں سے گزر کر ٹھیک اسی نقطہ پر جمع ہو جائیں گی جہاں سے وہ ابتداءً نکلی تھیں۔ یعنی منور نقطہ کا خیال منور نقطہ پر منطبق ہو جائیگا۔

اس نتیجہ کے ذریعہ ایک محدب عدسہ (یا عدسوں کے کسی ہی مدقق نظام) کے ماسکی طول کی تعین ہو سکتی ہے۔

تجزیہ ۳۶ - مجذب عدسہ کے ماسکی

طول کی تعیین - (۲) ایک مستوی آئینہ کے تکرے کا منہ اوپر کر کے میز پر رکھو اور اسپر عدسہ رکھو جس کا ماسکی طول دریافت کرنا مقصود ہے۔ ایک اپن کو ٹیکن کے سہارے ایسی وضع میں پکڑو کہ اس کی نوک عدسہ کے منہ کے وسطی نقطہ کے اوپر انتصاباً واقع ہو۔ اگر اپن پر کاغذ کی ایک چھوٹی جھنڈی لگا دی جائے تو اس کے حقیقی اور الٹے خیال کے پہچاننے میں آسانی ہوگی۔ مشاہدہ کرنے والے کو چاہئے عدسہ سے جس قدر دور ممکن ہو ہٹ کر معائنہ کرے۔

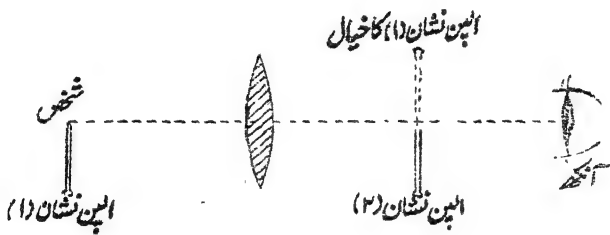
اب اپن کا مقام اس طرح ٹھیک کیا جائے کہ اس کی نوک اور اس کے حقیقی خیال کی نوک دونوں منطبق ہوں، یعنی دونوں میں اختلاف منظر نہ پایا جائے۔ طریقہ عمل بعینہ وہی ہے جو صفحہ (۸۶) پر مقرر آئینہ کے نصف قطر انحنا کی تعیین کے لئے سمجھایا گیا تھا۔ یہ مقام دریافت ہو جانے کے بعد اپن کا فاصلہ عدسہ کی اوپر کی سطح سے ناپ لیا جائے اور نیز اس کی نیچے کی سطح سے (یعنی آئینہ کی سطح سے)۔ ان فاصلوں کا اوسط عدسہ کا ماسکی طول ہے۔

عدسہ اور آئینہ کے منہ بجائے افقی وضع میں رکھنے کے انتصابی وضع میں رکھ کر بھی یہی تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ نوٹ - اس تجربہ سے متعلق یہ بات یاد رکھنی چاہئے کہ جب اپن عدسہ سے کافی دور ہوتا ہے اس کا

خیال حقیقی اور الٹا بنتا ہے۔ اگر اپن نیچے اتارا جائے تو خیال غیر واضح ہوتا جاتا ہے آخر پر جب اور بھی زیادہ نیچے اتارا جاتا ہے تو خیال مجازی اور سیدھا بنتا ہے۔ جذب عدسہ اور مستوی آئینہ کے مجموعے کا عمل مقرر آئینہ کے عمل کے مشابہ ہے۔

طریقہ (۳)۔ زوجی ماسکوں کے محل دریافت

کر کے۔ اس طریقہ میں عدسہ کے ایک جانب ایک اپن کھڑا کرتے ہیں تاکہ عدسہ کے دوسری جانب اس کا ~~عکس~~ حقیقی خیال پیدا ہو۔ پھر ایک دوسرے اپن کو بتدریج بٹھا کر ایسے مقام پر پہنچاتے ہیں کہ پہلے اپن کے حقیقی خیال سے منطبق ہو جائے۔



شکل (۳۲)

زوجی ماسکے

اس بات کے امکان کے لئے دو شرطوں کی تکمیل ضروری ہے۔ پہلا اپن (یعنی شخص) عدسہ سے اس کے ماسکی طول سے زیادہ فاصلہ پر ہونا چاہئے۔ دونوں اپنوں کا درمیانی فاصلہ عدسہ کے ماسکی طول کے چار چند فاصلہ سے کم ہونا چاہئے۔

بجربہ ۳۷۔ - مجرب عدسہ کے ماسکی  
 طول کی یقین (۳) ہے اگر پہلا اپن عدسہ سے کافی  
 دور ہو اور مشاہدہ کرنے والے کی آنکھ عدسہ کے  
 محور پر، عدسہ کے دوسرے جانب اس سے معتدبہ  
 فاصلہ پر واقع ہو تو اس تجربہ میں کوئی دقت پیش  
 نہیں آتی۔ پیشتر کی طرح شخص کی پہچان کے لئے  
 اسپر ایک جھنڈی لگا دی جائے۔ جب اپن نشان  
 (۱) کا الٹ خیال دکھائی دے ایک دوسرا اپن  
 (شکل ۳۲ کا اپن نشان ۲) لیکر طریقہ اختلاف منظر  
 کی مدد سے اس خیال سے منطبق کرا دو۔  
 جس قدر صحت کے ساتھ ناپنا ممکن ہو عدسہ  
 سے شخص کا فاصلہ (ش) اور خیال کا فاصلہ  
 (خ) ناپو اور ضابطہ ذیل کے ذریعہ عدسے کا ماسکی  
 طول (م) شمار کرو:

$$\frac{1}{م} = \frac{1}{ش} - \frac{1}{خ}$$

ضابطہ میں مقادیر کی قیمتیں لکھتے وقت ان کی  
 علامتوں کا بھی لحاظ رکھو، جیسا کہ صفحہ (۸۹) پر سمجھایا  
 گیا ہے۔ کا مقام بدل بدل کر ایسے دو اور مشاہدے  
 کرو اور ان سے (م) کی جو جو قیمتیں شمار ہوں ان  
 سب کا اوسط نکالو۔ عدسے کی ماسکی طاقت بھی  
 ڈائی آپٹروں میں شمار کرو۔

مقرر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین کے طریقے

طریقہ (۱)۔ دور کی کسی چیز کو استعمال کر کے۔ جب

ایک بہت دور کی چیز کی شعاعیں مقرر عدسہ پر پڑتی ہیں تو اُن میں انعکاس پیدا ہوتا ہے اور وہ عدسہ کے اصلی ماسک سے نکلتی ہوئی نظر آتی ہیں۔

تجربہ ۳۸۔ مقرر عدسہ کے ماسکی طول کی

تعیین (۱)۔ مقرر عدسہ سے کئی میٹر فاصلہ پر، ایک دیچہ میں جو بخوبی روشن ہو، قرینق کی ایک ٹیکن کو کھڑا کرو۔ عدسہ کو انتہائی وضع میں سہارا دیکر قائم کرو۔ ٹیکن کا ایک سیدھا مجازی خیال دکھائی دے گا۔ اور عدسہ کے اُسی جانب واقع ہو گا جہاں ٹیکن ہے۔ جہاں یہ خیال دکھائی دے وہاں ایک اپن اسٹادہ کرو۔ اختلاف منظر کے طریقے سے یہ مقام ٹیکن دریافت ہو سکتا ہے۔ جب ٹیکن کا خیال اور اپن ٹیکن منطبق ہو جائیں عدسہ سے اپن کا فاصلہ اس کا ماسکی طول ہے۔

طریقہ (۲)۔ زوجی ماسکوں کی تعیین سے۔

مقرر عدسے میں حقیقی شخص کا خیال مجازی ہوتا ہے اور عدسہ کے اُسی جانب بتا ہے جہاں شخص واقع ہوتا ہے۔

تجربہ ۳۹۔ مقرر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین

(۲)۔ عدسہ سے تقریباً ایک میٹر پر ایک اپن کھڑا کرو

اور طریقہ (۱) کی طرح ایک دوسرے اپن کے مقام کو ترتیب دیکر پہلے اپن کے خیال سے ٹھیک منطبق کرو۔ پھر عدسہ سے شخص اور خیال کے فاصلے ناپ لو۔ یہی عمل فاصلے تبدیل کر کے کئی بار دہرایا جائے۔ اور ضابطہ ذیل میں مقادیر کی صحیح علامتیں لکھ کر ماسکی طول شمار کرو:-

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{sh} = \frac{1}{m}$$

نوٹ:- کردی ضلالت کی وجہ سے عدسہ میں سے جو خیال نظر آئیگا بگڑا ہوا ہوگا صحیح شکل کا نہوگا۔ اس لئے عدسہ کے سرے پر سے دیکھ کر خیال کا جو مقام دریافت کیا جائیگا شخص تقریبی ہوگا۔

طریقہ (۳)۔ مقرر عدسہ کے ساتھ ایک مناسب محدب عدسہ شریک کر کے۔ جب دو پتلے عدسوں کو باہم دیکر متصل رکھ کر ان کا ایک مجموعہ بنایا جاتا ہے اس مجموعہ کی ماسکی طاقت اس کے اجزائے ترکیبی کی ماسکی طاقتوں کے جبری مجموعے کے مساوی ہوتی ہے۔ یعنی

$$m = m_1 + m_2$$

چونکہ ماسکی طاقت ماسکی طول کے عکس کی متناسب ہوتی ہے، اس لئے

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}$$

ان ضابطوں میں  $m$  اور  $m_1$  مجموعے سے متعلق ہیں،  $m_2$  مجموعے کے ایک جزو ترکیبی سے متعلق، اور

ص ۴۴ نم ۳ اس کے دوسرے جزو ترکیبی سے ۔  
 تجزیہ ۴۰۔ مقعر عدسہ کے ماسکی طول کی  
 تعیین (۳)۔ دئے ہوئے مقعر عدسہ کے ساتھ اگر  
 کافی طاقت کا (یعنی اس سے چھوٹے ماسکی طول کا)  
 ایک محدب عدسہ ملا یا جائے تو مجموعہ کا عمل محدب  
 عدسہ ہی کے مشابہ ہوتا ہے۔ پس محدب عدسہ کے  
 ماسکی طول کی تعیین کے جو طریقہ بیان ہوئے ہیں ان  
 میں سے کسی ایک طریقہ سے اس مجموعے کا ماسکی طول  
 دریافت کیا جائے، پھر محدب عدسہ کا ماسکی طول  
 دریافت کرنے سے متذکرہ بالا ضابطہ کے ذریعہ مقعر عدسہ  
 کا ماسکی طول شمار کر لیا جائے۔  
 حسابی عمل میں مفادیر کی صحیح علامتیں لکھی جانی  
 چاہئیں۔ ہمارے قرار داد کے بموجب محدب عدسہ  
 یا عدسوں کے مدقق مجموعے کا ماسکی طول منفی  
 ہوتا ہے۔



# چوتھا باب

آئینوں اور عدسوں سے متعلق مزید تجربے

فصل (۱) کرومی آئینہ کے انحناء کا نصف قطر

(\*)

دوسرے باب میں کرومی آئینہ کا نصف قطر انحناء دریافت کرنے کے چند آسان طریقے بتائے گئے تھے۔ جب حقیقی خیال کی پیدائش ہوتی ہے تو اس کا محل، طریقہ اختلاف منظر سے کافی صحت کے ساتھ معلوم ہو سکتا ہے۔ لیکن جب خیال مجازی ہوتا ہے نتائج چنداں صحیح نہیں ہوتے۔

محدب آئینہ کا نصف قطر انحناء۔

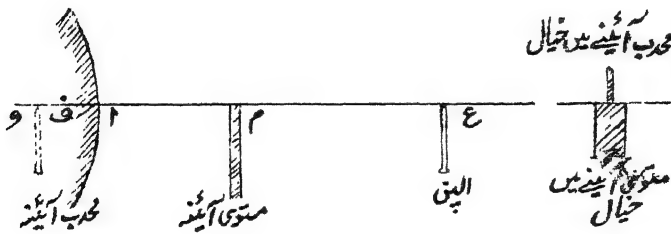
طریقہ (۱) صفحہ ۹۰ پر بیان ہو چکا ہے۔

طریقہ ۲۔ ایک مستوی آئینہ کی مدد سے۔

جب ایک محدب آئینہ کے سامنے کوئی شے رکھی جاتی ہے اس کا خیال بالالتزام مجازی اور آئینہ کے قطب اور اس کے اصلی ماسک کے مابین ہوتا ہے۔ ذیل میں جس طریقہ کی صراحت ہوئی ہے اپن والے طریقہ سے زیادہ مناسب ہے۔

تجربہ (۴۱)۔ محدب آئینہ کا نصف قطر انحناء (۲)۔

محب آئینہ کے سامنے کچھ فاصلہ پر ایک الپن کھڑا کر دو۔  
 الپن کے پیچھے صٹ کر آئینہ میں دیکھتے سے اسکا تجازی  
 (اور قد میں چھوٹا) خیال نہایت آسانی سے نظر آئیگا۔  
 اب ایک مستوی آئینہ کا مستطیل ٹکڑا لیکر الپن  
 اور محب آئینہ کے مابین اس طور پر کھڑا کر دو کہ  
 اس کا اوپر کا کنارہ اور محب آئینہ کی سطح کا بیچ کا  
 مقام دونوں ایک افقی خط پر ہوں اور اس کا مستوی  
 محب آئینہ کے محور پر عمودی واقع ہو۔ اگر اب  
 الپن کے پیچھے سے، پیشتر کی طرح، محب آئینہ پر  
 نگاہ ڈالی جائیگی تو اس کا صرف اوپر والا نصف حصہ  
 نظر آئیگا، نیچے کا نصف حصہ مستوی آئینہ سے ڈھپا ہوا  
 ہوگا۔ لیکن الپن کے دو خیال دکھائی دینگے، ایک  
 محب آئینہ کے انعکاس سے، دوسرا مستوی آئینہ  
 کے انعکاس سے۔ پھلا خیال دوسرے سے چھوٹا ہوگا  
 جیسا کہ شکل (۳۳) کے سیدھے بازو بتایا گیا ہے۔  
 مستوی آئینے کو بتدریج ہٹا کر ایسے مقام پر رکھو کہ



شکل (۳۳)  
 محب آئینہ کے ساتھ مستوی آئینہ کا استعمال

ان دونوں خیالوں میں اختلاف منظر نہ ہو۔ یعنی آنکھیں  
 جہاں کہیں ہو محب آئینہ سے پیدا ہونے والا خیال  
 مستوی آئینہ سے بننے والے خیال کے ساتھ مسلسل  
 نظر آئے۔ محب آئینہ والا خیال مستوی آئینہ کے  
 خیال کے ٹھیک بیچ میں ہونا چاہئے۔

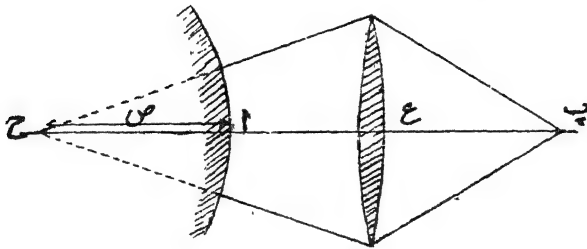
جب ایسا ہوتا ہے، تو اپن (ع) کا جو خیال  
 (ف) مقام (ا) پر کے محب آئینہ سے بنتا ہے  
 مستوی آئینہ (م) سے پیدا ہونے والے خیال سے  
 منطبق ہوتا ہے۔ آع، آم اور م ع فاصلے ناپ لو۔  
 پیمائش کی صحت کی تصدیق کے لئے دیکھو آیا  
 $آع = آم + م ع$  چونکہ (م) ایک مستوی آئینہ  
 ہے اس لئے  $م ع = م ف$ ۔

پس اف کو معلوم کر لو جو  $م ف$  اور  $آم$  کا  
 تفاوت ہے یعنی  $م ع$  اور  $آم$  کا تفاوت ہے۔  
 اب (ش) یعنی آئینہ کے قطب سے شخص کے  
 فاصلے کی عددی قیمت، اور (خ) یعنی اسی نقطہ  
 سے خیال کے فاصلے کی عددی قیمت معلوم ہو گئی ہے  
 لہذا ضابطہ ذیل سے آئینہ کے نصف قطر اخٹا (ص)  
 یا اس کے ماسکی طول (م) کی قیمتیں معلوم  
 ہو سکتی ہیں:

$$\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{ص} = \frac{1}{م}$$

طالب علم کو چاہئے ان مقداروں کی صحیح علامتیں  
 لکھے۔ اپن اور مستوی آئینہ کے محل میں تبدیلی  
 کر کے ایسے کئی مشاہدے کئے جائیں۔

طریقہ (۳)۔ ایک محدب عدسہ استعمال کر کے۔ ایک الین اور محدب آئینہ کے درمیان مناسب مقام پر ایک محدب عدسہ رکھ کر یہ ممکن ہے کہ الین کا ایک حقیقی خیال پیدا کیا جائے جو الین کے ساتھ منطبق ہو۔ جب الین کی نوک اس کے خیال کے ساتھ منطبق ہوتی ہے تو واضح ہے کہ نور کی شعاعیں محدب آئینہ پر سے ٹھیک اسی راستے واپس ہوتی ہیں جہاں سے وہ انعکاس سے پہلے آئی تھیں۔ اس کے لئے یہ ضروری ہوگا کہ عدسہ سے نکل کر شعاعیں آئینہ پر عمودی واقع ہوں یعنی اس کے مرکز انحناء کی طرف جائیں (دیکھو شکل ۳۳)۔ پس اگر اس نقطہ کی تعیین ہو جائے جس پر عدسہ سے نکلنے کے بعد شعاعیں (آئینہ کی عدم موجودگی میں) جمع ہو جاتی ہیں تو آئینہ کا مرکز احتما معلوم ہو جاتا ہے۔



شکل (۳۳) محدب آئینہ اور عدسہ

تجربہ ۴۲۔ محدب آئینہ کا نصف قطر احتما (۳)۔

محب آئینہ کے سامنے کچھ فاصلہ پر ایک اپن کھڑا کرو۔ اور اپن اور آئینہ کے درمیان ایک محب عدسہ اس طرح رکھو کہ اس کا اور آئینہ کا محور دونوں ایک خط پر ہوں۔ عدسہ اور (بصورت ضرورت) اپن کے محل کو ٹھیک کرنے سے اپن کا ایک حقیقی اور الٹا خیال پیدا ہوگا جس کو خود اپن کے ساتھ منطبق کر سکتے ہیں۔ اختلاف منظر کے طریقہ سے انطباق کی آزمائش ہو سکتی ہے۔ عدسہ اور آئینہ کا درمیانی فاصلہ  $2\bar{C}$  ناپ لیا جائے۔ اب آئینہ کو اس کی جگہ سے بالکل ہٹا لو لیکن اس کی احتیاط رہے کہ عدسہ اور اپن کو ان کے مقاموں سے ذرا بھی نہ ہٹایا جائے۔ پھر ایک دوسرا اپن لو اور اس کو پہلے اپن کے خیال سے منطبق کرو جو عدسہ سے پیدا ہوتا ہے۔ انطباق کی آزمائش اختلاف منظر کے طریقہ سے کی جائے۔ پھر عدسہ اور اس دوسرے اپن کا درمیانی فاصلہ  $\bar{C}$  ناپ لیا جائے۔ چونکہ پھر اپن اب اسی جگہ واقع ہے جہاں پہلے محب آئینہ کا مرکز انحنائے تھا اس لئے

آئینہ کا نصف قطر انحناء (ص) =  $\bar{C} - \bar{A}$

نوٹ۔ اس تجربہ میں ایک مناسب ماسکی طول کا عدسہ چاہئے۔  $\bar{C}$  کا طول آئینہ کے نصف قطر سے بڑا ہونا چاہئے۔ اور  $\bar{P}$   $\bar{C}$  عدسہ کے ماسکی طول کے چار چند سے زائد۔

ان تمام تجربوں کے نتائج، گردیت پیمائے کے ذریعہ سے آئینہ کے نصف قطر اختنا کی راست پیمائش کر کے، مقابلہ کئے جائیں۔ لیکن پھر یاد رکھنا چاہئے کہ گردیت پیمائے سے شیشہ کے آئینہ کی سامنے والی سطح کا نصف قطر اختنا ناپا جاتا ہے اور جو مناظری طریقے بیان ہوئے ہیں ان سے اس کی عقبی سطح کا ظاہری نصف قطر۔

سطح کا اختنا ڈائی آپٹروں میں بھی شمار کر لیا جائے۔  
تجربہ ۳۳۔ مقعر یا محدب آئینہ کا نصف قطر

اختنا ٹرن میبل (گردشی مینر) کے ذریعہ۔ ایک انتصابی محور پر گھومنے والی ہموار مینر کے ذریعہ سے ایسے آئینوں کا نصف قطر اختنا باسانی دریافت ہو سکتا ہے۔ آئینہ کو مینر پر ایسی وضع میں رکھتے ہیں کہ اس کا محور مینر کے متوازی ہوتا ہے۔ آئینہ کے قطب پر سیاہی کا ایک چھوٹا سا داغ یا لائیکو پوڈیم کا ذرہ لگا دیتے ہیں اور اس کو ایک کم طاقت کی دوربین میں سے دیکھتے ہیں۔ مینر پر آئینہ کا مقام بدلتے جاتے ہیں پھانٹک کہ اس کے لئے ایک ایسا مقام ہاتھ آتا ہے کہ مینر کی گردش سے داغ یا ذرہ حرکت کرتا ہوا نظر نہیں آتا۔ پس واضح ہے کہ ایسی حالت میں ذرہ آتش محور پر واقع ہے جس کے گرد مینر گردش کرتی ہے۔ اب دوربین کو پھیر کر کسی دور کی شے کے

خیال کو جو آئینہ کے انعکاس سے پہچان ہو دیکھتے ہیں۔  
 اور مکرر آئینہ کا مقام مینر پر تبدیل کیا جاتا ہے  
 حتیٰ کہ مینر کی گردش سے اس شے کے خیال میں  
 کوئی حرکت نہیں محسوس ہوتی۔ یہ بات جب  
 ہی عمل میں آئیگی کہ آئینہ کا مرکز اخترا گردش مینر کے  
 محور تخیل پر ہوگا۔ کیونکہ ایسی حالت میں آئینہ کی  
 گردش کا اثر صرف ہی ہوگا کہ اس کی کروی سطح  
 کے ایک حصہ کے بجائے اس کا ایک دوسرا حصہ  
 سامنے آجائیگا جس کی وجہ سے منعکس خیال کے مقام  
 میں تبدیلی نہوگی۔

آئینہ کے لئے مینر پر پہلے جو مقام دریافت ہوا  
 ہے ان دونوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔  
 یہ فاصلہ آئینہ کے نصف قطر اخترا کے مساوی ہوگا۔

## فصل ۲۔ عدسہ کا ماسکی طول

دوربین یا رینج فائنڈر کے طریقہ سے عدسہ کا امتحان

جو طریقہ اس وقت بیان کیا جاتا ہے اس سے عدسہ  
 کے ماسکی طول کی نہایت صحت کے ساتھ تعین ہو سکتی  
 ہے۔ اس میں ایک خاص دلچسپ بات یہ ہے کہ  
 عدسہ خواہ محدب ہو یا مقعر اس کے اصلی ماسکہ کا  
 واقعی محل دریافت ہو جاتا ہے۔

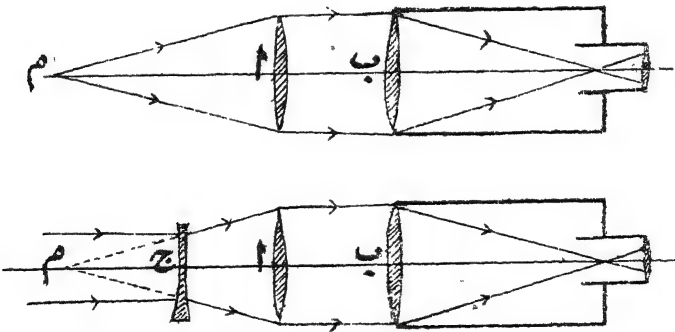
واضح ہو کہ جب نور کی شعاعیں محدب عدسہ کے  
 اولی اصلی ماسکہ سے نکلتی ہیں تو عدسہ میں سے  
 گزر کر ایک متوازی پنسل بن جاتی ہیں (شکل ۳)۔

جب متوازی شعاعوں کی پنسل مقرر عدسہ میں سے گزرتی ہے تو متبع ہو جاتی ہے اور ایک نقطہ سے آتی ہوئی دکھائی دیتی ہے جو عدسہ کا اصلی ماسکہ ہے (شکل ۳۱)۔

جب عدسہ پتلا ہوتا ہے تو عدسہ اور اصلی ماسکہ کا درمیانی فاصلہ اس کا ماسکی طول کہلاتا ہے۔ ان تجربوں میں جن چیزوں کی ضرورت ہوگی لیکن میں پکڑی ہوئی تیر لوک کی ایک سونی ہے اور کثیر تکبیری طاقت کے چشمہ کی ایک دوربین ہے۔

تجربہ ۲۳۔ محدب عدسہ کے ماسکی طول

کی تعیین۔ دوربین کو ترتیب دو کہ متوازی شعاعوں کی پنسل ماسکہ پر آئے۔ اگر دوربین صلیبی تاروں سے مہیا ہے تو چشمہ کو ٹھیک کر کے ماسکہ پر لاؤ



شکل ۳۵

دوربین کے ذریعہ سے ماسکی طول کی تعیین  
حتیٰ کہ صلیبی تار صاف اور واضح نظر آئیں۔ پھر دوربین کو



(دریچے کے باہر کے) کسی دور کی چیز کے دیکھنے کے لئے ماسک پر لاؤ، اس طرح پر کہ صلیبی تاروں پر اس دور کی چیز کا جو خیال بنتا ہے اس میں اور خود صلیبی تاروں میں ذرا ہی اختلاف منظر نہ ہو۔ جب دورین ایک مرتبہ اس طور پر ترتیب پانے دوران تجربہ اس کو ذرا ہی نہ چھیڑا جائے۔

دورین کے محور کو متوازی رکھ کر اس کو مینر پر قائم کرو۔ جس عدسہ کے ماسکی طول کی یقین مقصود ہے اس کو دورین کے دہانہ کے سامنے کھڑا کرو، لیکن احتیاط رہے کہ عدسہ کا مرکز دورین کے محور پر واقع ہو۔ پھر سوئی کو ٹھیک پر اسی بلندی پر رکھو جس پر عدسہ کا مرکز ہے، اور عدسہ کے سامنے حسب ضرورت ہٹا کر دیکھو کہ اس کا خیال دورین کے میدان نظر میں صاف نظر آتا ہے۔

سوئی کی ٹوک کا واضح ترین خیال ٹھیک میدان نظر کے بیچ میں نظر آنا چاہئے اور اس خیال اور دورین کے صلیبی تاروں میں اختلاف منظر نہ ہونا چاہئے۔ ایسی حالت میں سوئی کی ٹوک ٹھیک عدسہ کے اصلی ماسک پر واقع ہوگی۔ کیونکہ دورین قبل از قبل متوازی شعاعوں کے لئے ماسک پر لائی گئی تھی اس لئے اب اس کے دہانہ پر جو پنسل واقع ہے متوازی ہے، ورنہ سوئی کا خیال صاف نہ دکھائی دیتا۔ سوئی کی ٹوک اور

عدسہ کا درمیانی فاصلہ آم ناپ لیا جائے ، محدب  
عدسہ کا ماسکی طول بھی ہے ۔

تجربہ ۲۵ - مقعر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین ۔

اس تجربہ میں مقعر عدسہ کا ماسکی طول محدب عدسہ کے  
ماسکی طول سے کم ہونا چاہئے ۔ پہلے تجربہ (۴۴) کی طرح  
محدب عدسہ (۱) کا اصلی ماسکہ (م) دریافت کر لیا جائے ۔  
پھر مقعر عدسہ (ج) کے لئے (۱) اور (م) کے مابین ایسا  
مقام دریافت کیا جائے کہ دور بین کے دیکھنے سے  
دور کی چیزیں صاف اور واضح نظر آنے لگیں ۔ جب  
اس مقام کی تعیین ہو جائیگی تو ظاہر ہے (م) مقعر  
عدسہ کا بھی اصلی ماسکہ ہے ۔ کیونکہ دور کی چیز سے  
جو متوازی شعاعیں مقعر عدسہ (ج) میں داخل ہونگی  
اس کے اصلی ماسکہ سے پھیلتی ہوئی خارج ہونگی اور  
اس کے بعد جب وہ محدب عدسہ میں داخل ہونگی تو  
تکلتی ہوئی متوازی ہو جائیگی ۔ یہ جب ہی ممکن ہے  
کہ (م) مقعر اور محدب دونوں عدسوں کا اصلی ماسکہ  
ہو ۔ شکل (۳۵) میں شعاعوں کے راستے بتائے گئے  
ہیں ۔ ان سے اس تجربہ کی ساری کیفیت معلوم  
ہو جائیگی ۔ فاصلہ ج آم ناپ لیا جائے ۔ یہ مقعر عدسہ

کا ماسکی طول ہے ۔  
اس تجربہ میں نقطہ (م) کا محل دریافت کرنے  
کے لئے سوئی کی نوک استعمال کرنے کی ضرورت  
نہیں اس کے عوض مقعر عدسہ کی سطح پر کے کسی نشان  
یا نقطہ سے کام لیا جاسکتا ہے ۔ یعنی مقعر عدسہ کو

ایسے مقام پر رکھیں کہ یہ نشان صاف طور پر ماسک پر آجائے۔ ایسی صورت میں یہ نشان (م) پر واقع ہوگا اس کے بعد فاصلہ چم بمقام عدسہ کے سابقہ مقام اور بعد کے مقام کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔

اس تجربہ کے موزوں عدسوں کا انتخاب آسانی سے ہو سکتا ہے۔ جب ان کو متصل رکھ کر دیکھینگے تو مجموعہ موسع ہوگا۔

### فصل (۳)۔ انعطاف نماؤں کی تعیین

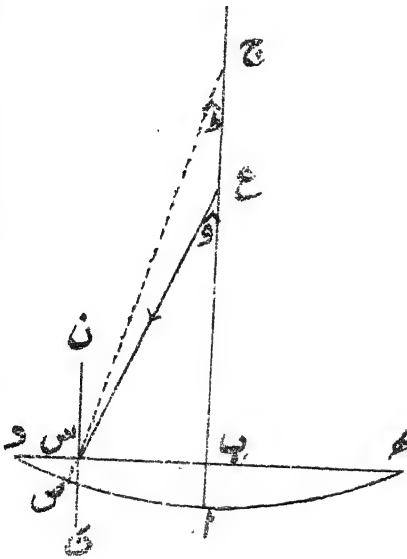
تجربہ ۲۶۔ مقعر آئینہ کے ذریعہ کسی قلیل مقدار

مائع کے انعطاف نما کی تعیین۔ مناسب بلندی پر مقعر

آئینہ کا منہ اوپر کر کے افقی وضع میں رکھو تاکہ اوپر سے اس پر نگاہ ڈالی جاسکے۔ ایک الپن لے کر آئینہ کے اوپر اس کو ایسی جگہ پکڑو کہ اس کا خیال اس کے ساتھ منطبق ہو جائے۔ اس محل کی تعیین کا طریقہ صفحہ (۸۶) پر سمجھا دیا گیا ہے۔ یہ محل آئینہ کا مرکز ہے۔ قطب آئینہ سے اس کا فاصلہ ناپ لیا جائے۔

جس مائع کا انعطاف نما مقصود ہے اس کی قلیل مقدار آئینہ پر ڈال دی جائے تاکہ ۱.۵ سینٹی میٹر قطر کی مائع کی ایک پتلی جھلی آئینہ کے وسطی حصہ پر پھیل جائے۔ اس کے بعد الپن کو ہٹا کر مکرر اس کے لئے ایسا محل ڈھونڈا جائے جہاں وہ اپنے خیال کے ساتھ منطبق ہو، اور اس کا فاصلہ آئینہ کے قطب سے

ناپ لیا جائے۔ پہلے فاصلہ کو دوسرے پر تقسیم کرنے سے مانع کا انعطاف نما معلوم ہو جاتا ہے۔



شکل ۳۶

مقوائینہ کے ذریعہ مانع کا انعطاف

(ص) کے پاس ٹکراتی ہے اور چونکہ جس راستہ سے آئی تھی اسی راستہ واپس ہوتی ہے اس لئے منہ ص کی سمت آئینہ پر عمودی ہے۔ پس اس کو آگے کی طرف بڑھائیں تو آئینہ کے مرکز انحناء (ج) میں سے گزریگی۔

ع من ن زاویہ وقوع و ہے جو من ع کے مساوی ہے۔ ص من ن زاویہ انعطاف ط ہے جو من ج کے مساوی ہے۔

$$\text{پس م} = \frac{\text{جب و}}{\text{جب ط}} = \frac{\text{جب دس ۱۴}}{\text{جب دس ۱}} = \frac{\frac{\text{س ب}}{\text{س ع}}}{\frac{\text{س ب}}{\text{س ج}}} = \frac{\text{س ج}}{\text{س ع}}$$

جب زریعہ وقوع کافی چھوٹا ہوتا ہے تو  $\frac{مساج}{مساج}$  بغیر کسی غلطی کے اندیشہ کے  $\frac{اچ}{اچ}$  کے مساوی سمجھا جاسکتا ہے (بشرطیکہ مانع کا عمق قلیل ہو)

حصہ کے مادے کے انعطافات کی تعیین

عدسہ کا ماسکی طول (م)، اس کے مادے کے انعطاف نما (م) اور اس کی دونوں سطحوں کے نصف قطر انتہا (ص) اور ص<sub>م</sub> کے تناسب ہے۔ چنانچہ ضابطہ ذیل سے انکا ربط ظاہر ہے۔

$$\frac{م}{م} = (م - ۱) \left( \frac{ص}{ص} - \frac{۱}{ص} \right)$$

پس اگر تجربہ سے م، ص اور ص<sub>م</sub> کی قیمتیں دریا کر لی جائیں تو م کی قیمت شمار کر لی جاسکتی ہے۔

تجربہ ۲۷۔ عدسہ کے مادے کے انعطافات

نما کی تعیین۔ اب تک جو طریقہ بیان ہوئے ہیں ان میں سے کسی ایک کے ذریعہ سے عدسہ کا ماسکی طول دریافت کیا جاسکتا ہے۔ لیکن اگر عدسہ مخرب ہو تو موجودہ تجربہ کے لئے اپن والا طریقہ (۳) جس کی صراحت صفحہ (۱۰۰) پر ہوئی ہے استعمال ہو سکتا ہے۔

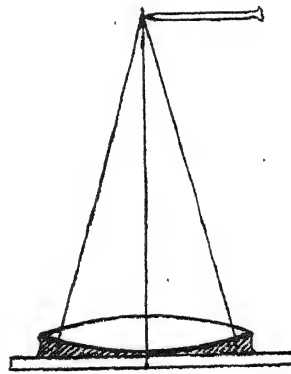
نصف قطر ص اور ص<sub>م</sub>، عدسہ کی سطحوں کو کروی آئینوں کے جزو تصور کر کے، کسی مناظری طریقہ سے

معلوم کر لئے جاسکتے ہیں۔ (ملاحظہ ہوں صفحات ۸۵ اور ۱۰۵)۔ بعض اوقات کرویت پیمائے کے ذریعہ انکی تعیین زیادہ آسان ہوتی ہے۔ بہر حال ضابطہ مذکور بالا میں م، ص، ا اور ص، م کی صحیح علامتیں درج کیجانی چاہئیں۔

اگر کوئی مائع کم مقدار میں مل سکتا ہے تو اس کو عدسہ کی شکل میں استعمال کر کے اس تجربہ سے اس کا انعطاف نما دریافت کیا جاسکتا ہے۔

تجربہ ۳۸۔ عدسہ اور مستوی آئینہ کے ذریعہ، ایک مائع کے انعطاف نما کی تعیین۔ ایک ایسا محدب عدسہ لو جس کا ماسکی طول ۱۰ اور ۱۵ سنتی میٹر کے مابین ہو۔

اور اس کو ایک مستوی افقی آئینہ پر رکھ کر ایسے نقطہ کی تلاش کرو کہ جب اسپر ایک الپن کی نوک واقع ہو تو نوک اور اس کا حقیقی خیال دونوں باہم دیگر منطبق ہو جائیں۔ عدسہ کے وسطی نقطہ سے الپن کی نوک کا فاصلہ عدسہ



شکل ۳۸

عدسہ اور مستوی آئینہ کے

ذریعہ مائع کا انعطاف نما

کے ماسکی طول (م) کے

مساوی ہوگا۔ (طریقہ ۲)

صفحہ ۸۹)۔ اب عدسہ کی نیچے والی سطح اور آئینہ کے

ایچ میں تھوڑا سا دیا ہوا مائع رکھ دو۔ اس سے مائع کا ایک مستوی مقعر عدسہ تیار ہو جائیگا جسکی اوپر والی سطح کا نصف قطر اختنا (ص) اور شیشہ کے عدسہ کی نیچے والی سطح کا نصف قطر دونوں ایک ہونگے۔ اگر اس مائعی عدسہ کا ماسکی طول م مانا جائے تو

$$\frac{1}{m} = (m-1) \frac{1}{v}$$

جس میں (م) سے مراد مائع کا انعطاف بنا ہے۔ اب اپن کے ذریعہ سے شیشہ اور مائع کے مرکب عدسہ کا ماسکی طول دریافت کرلو۔ اگر اس کو م قرار دیا جائے تو

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{m} + \frac{1}{m} \text{ یا } \frac{1}{m} = \frac{1}{m} - \frac{1}{m}$$

اس ضابطہ سے م شمار کر لیا جاسکتا ہے۔ اس کو اس سے پیشتر کے ضابطہ میں استعمال کر کے م کی تعیین ہو سکتی ہے۔ نصف قطر اختنا (ص) کو دیت پیمہ کے ذریعہ ناپ لیا جاسکتا ہے۔  
نصف قطر اختنا (ص) معلوم کئے بغیر مصرعہ بالا طریقہ سے دو یا دو سے زائد بائعات کے انعطاف نماؤں کا مقابلہ کیا جاسکتا ہے۔ فرض کرو کسی دوسرے مائع کا انعطاف نما (مب) ہے۔ جب اس کو پہلے مائع کے عوض استعمال کرتے ہیں تو

$$\frac{1}{m} = (m-1) \frac{1}{v} \text{ اور } \frac{1}{m} = \frac{1}{m} - \frac{1}{m}$$

پس  $\frac{مرأ - ا}{مرأ - ا} = \frac{مرأ - ا}{مرأ - ا}$

$$\frac{\frac{1}{m} - \frac{1}{n}}{\frac{1}{m} - \frac{1}{p}} =$$

لہذا اگر مصرعہ بالا طرہ سے م، م، م، صیغے ٹاپ لے جائیں تو ان دونوں ماثبات کے انعطاف نماؤں کا مقابلہ ہو سکتا ہے۔ اگر ایک مانع کا انعطاف نما معلوم ہو گیا تو دوسرے کا بھی دریافت ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۴۹۔ دو مائٹوں کے انعطاف نماؤں کا

مقابلہ، عرصہ اور مستوی آئینہ کے ذریعہ سے۔ اس تجربہ میں بطور ایک پائے کے پانی (صہ = ۱۵۳۳۳) لیا جاسکتا ہے اور دوسرا پائے گلسین یا انیلین - تجربہ (۳۸) کے طریقہ



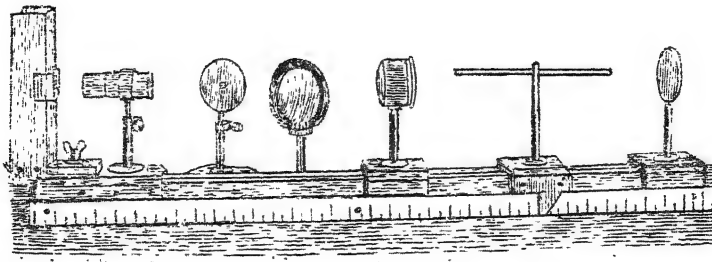


# پانچواں باب

## مناظری تختہ

### فصل (۱) مناظری تختہ کی تعمیر

جب آئینوں، عیسوں یا کسی اور مناظری آلات سے متعلق صحت کے ساتھ کوئی پیمائش کرنا ہوتا ہے تو مناظری تختہ استعمال کرتے ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل (۳۸)۔ یہ ایک سیدھا لمبا، خراڈ کے پرت کی طرح قائد سے آراستہ، تختہ ہوتا ہے، جسپر کئی ٹیکیں ہوتی ہیں تاکہ مناظری سامان وغیرہ کو ان سے سہارا ملے۔ ٹیکوں کو سرکانے سے مناظری آلات کو تختہ کے طول ہی کی سمت میں حرکت ہوتی ہے۔ عرضی حرکت محدود کردی جاتی ہے۔



شکل ۳۸  
مناظری تختہ

بعض صورتوں میں عرضی حرکت کے لئے بھی رعایت رکھی جاتی ہے۔ تختہ پر ایک درجہ دار پیمانہ نصب کیا جاتا ہے تاکہ اس کی کسی دو ٹیکنوں (مثلاً آئینہ اور اس سے پیدا ہونے والے خیال کو قبول کرنے والے پردہ کی ٹیکنوں) کا درمیانی فاصلہ ناپا جاسکے۔ اس فاصلہ کی پیمائش کے لئے ایک معلوم طول کی سلاح ایک مناسب ٹیکن پر سہاری جاتی ہے جو مثل اور ٹیکنوں کے مناظری تختہ پر حرکت کرتی ہے۔ سلاح کی ٹیکن کو سرکار ایسی جگہ پر رکھتے ہیں کہ سلاح کا ایک سر (۱) ایک چیز (شخص یا آئینہ وغیرہ) کو چھو لیتا ہے، تب ٹیکن کا مقام پڑھ لیا جاتا ہے۔ پھر اس کو ہٹا کر دوسری چیز کے پاس لے جاتے ہیں۔ جب سلاح کا دوسرا سر (ب) اس چیز کو چھو تا ہے تو ٹیکن کا مقام مکرر دیکھ لیا جاتا ہے۔ ٹیکن کے ان دونوں مقاموں یا نشانوں کے تفاوت میں (یعنی ان کے درمیانی فاصلہ میں) سلاح کا معلوم طول اضافہ کرنے سے مقررہ دو مناظری چیزوں کا درمیانی فاصلہ دریافت ہو جاتا ہے۔

بعض صورتوں میں اس میں زیادہ آسانی ہوتی ہے کہ سلاح کے ایک ہی سرے (۱) کا باری باری سے دونوں چیزوں سے تماس کرایا جائے سلاح کی ٹیکن کے ان دو وضعوں کے نشانوں کا تفاوت دی ہوئی دو مناظری چیزوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔

مناظری تختہ کے ذریعہ آئینوں اور عدسوں کے ساتھ جو تجربے کئے جاتے ہیں ان میں بالعموم سفید

پردہ پر کسی 'شخص' کا حقیقی خیال پیدا کیا جاتا ہے۔  
 'شخص' بشکل تاروں کی جالی کے چھوٹے ٹکڑے  
 کے، یا ایک چھوٹے دائری سوراخ پر تانے ہوئے  
 صلیبی تار کے، استعمال ہو سکتا ہے۔ اس کے پیچھے  
 نور کا کوئی تیز مبداء رکھا جاتا ہے تاکہ وہ کافی روشن ہو۔  
 برقی تار کا کوئی چھوٹا چراغ اگر ایک کم ماسکی طول کے  
 عدسہ کے پیچھے ٹیکن پر رکھا جائے تو زیادہ سوزوں  
 ہوگا، اس لئے کہ اس سے مناظری تختہ کے محور کی سمت  
 میں نور کی ایک تقریباً متوازی پنسل ترتیب دی جا  
 سکتی ہے۔  
 مناظری تختہ کے تجربوں میں یہ نہایت ضروری ہے کہ  
 تمام مناظری اشیاء، یعنی عدسے اور آئینے وغیرہ  
 ایک ہی محور پر واقع ہوں، جو تختہ کے محور  
 کے متوازی ہو۔

فصل ۷۔ مناظری تختہ کے ساتھ تجربے۔

تجربہ (۵۰)۔ مناظری تختہ۔ مقرر آئینے کے ماسکی

طول اور اس کے نصف قطر اسٹخا کی تعیین۔ مناظری  
 تختہ پر آئینہ کو اس کی ٹیکن میں جما کر اس طرح رکھو کہ  
 اس کا منہ جالی کی طرف ہو۔ جالی کو چراغ سلکھا کر  
 روشن کرو۔ اور ان کے اور آئینہ کے درمیان ایک  
 پردہ رکھو جس کے بیچ میں ایک چھوٹا سوراخ ہو۔

پھر جالی اثر پردہ کو ترتیب دو تاکہ جالی میں سے نور کی جو پنسل آتی ہے پردہ کے سوراخ میں سے گزر کر آئینہ سے ٹکرائے۔ اس کے لئے ضرور ہوگا کہ مبداء نور (یعنی چراغ) جالی کا وسطی حصہ پردہ کے سوراخ کا مرکز اور آئینہ کا قطب سب ایک خط مستقیم پر واقع ہوں۔

آئینہ کا محل تبدیل کیسے آڑانے سے اس کے لئے ایک ایسا موقع دریافت ہوگا جہاں سے وہ پنسل کو منعکس کر کے پردہ پر سوراخ کے بازو ایک واضح خیال بنادینگا۔

جب خیال پردہ پر ٹھیک ماسک پر آئے پیمائش کی سلاخ کے ذریعہ آئینہ سے شخص تک کا فاصلہ (مش) ناپو اور پھر آئینہ سے خیال کا فاصلہ (خ)۔ ان فاصلوں (مش) اور (خ) کی قیمتیں صحیح علامتوں کے ساتھ لکھ کر آئینہ کا نصف قطر اختلا (ص) اور ماسکی طول (م) ضابطہ ذیل کے ذریعہ شمار کرو۔

$$\frac{1}{م} + \frac{1}{مش} = \frac{1}{ص} = \frac{1}{م}$$

پردے کو ٹاکر کم از کم تین اور مقام پر رکھو اور یہی مشاہدہ دوہراؤ۔

آخر میں پردہ کے سوراخ پر ایک باریک تار کو تان کر آئینہ کو ایسے مقام پر لیجاؤ کہ اس سے تار کا پردہ پر واضح خیال بن جائے۔ آئینہ کو انتہائی محور پر خفیف سا پھیرنے سے خیال سوراخ کے متصل

اجائیگا۔ اس موقع پر ص = خ، پس ص = ش یا  
م = پ۔ نتائج جدول کی شکل میں لکھ لئے جائیں۔  
شکل کینج کر، شعاعوں کی ایک پنسل بتائی جائے  
جو مقرر آئینہ سے حقیقی خیال بناتی ہے۔

تجربہ ۵۵۔ مناظری تختہ۔ محدب عدسہ کے  
ماسکی طول کی تعیین۔ مناظری تختہ پر عدسہ کو اس کی  
ٹیکن میں جما کر منور جالی اور پردہ کے درمیان رکھو۔  
عدسہ کی بلندی کو ٹھیک کرو تا کہ اس کا محور شخص  
یعنی جالی کے مرکز میں سے گزرے۔ اگر پردہ اور عدسہ  
کا مقام ٹھیک ترتیب دیا جائے تو پردہ پر جالی کا  
واضح خیال اتر آئیگا۔  
مقام کی ترتیب کے لئے دو باتیں ذہن میں  
رکھنی چاہئیں :-

(۱) عدسہ سے حقیقی خیال (نہ کہ مجازی) پیدا  
ہونے کے لئے، عدسہ سے شخص کا فاصلہ ماسکی  
طول سے بڑھ کر ہونا چاہیئے۔ اس لئے یہ ضرور  
ہے کہ جالی سے عدسہ کی قدر دور رکھا جائے۔  
(۲) پردہ پر حقیقی خیال اسی صورت میں بن سکتا  
ہے جبکہ شخص، اور پردہ کے مابین فاصلہ کم از کم  
ماسکی طول کا چوگنا ہوتا ہے۔ پس پردہ کو ابتداء  
عدسہ سے کافی دور رکھ کر بتدریج فاصلہ گھٹایا  
جائے یہاں تک کہ بالآخر خیال صاف طور پر  
ماسک پر آجائے۔

طریقہ (۱)۔ فرض کرو

ش = عدسہ کا فاصلہ شخص سے  
 خ = " " خیال سے  
 م = " " کا ماسکی طول

نفرہ (۹۵) سے  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  -  $\frac{1}{4}$  یا خ - ش - م

پس اگر (ش) اور (خ) ناپ لئے جائیں تو ماسکی طول  
 (م) شمار ہو جاتا ہے۔  
 پیمائشی سلاح کی ٹیپکن کو سرکا کر اس کے ذریعہ  
 فاصلے (ش) اور (خ) ناپ لئے جائیں اور (م) اور  
 (م) شمار کر لئے جائیں۔ لیکن یہ یاد رہے کہ حسابی  
 عمل میں ش، اور خ، کی عددی قیمتوں کی صحیح علامتیں  
 لی جائیں۔  
 یہی مشاہدات، کم از کم تین اور جداگانہ وضعوں کے  
 ساتھ، دوہرائے جائیں۔ اور نتائج جدول کی شکل میں  
 اس طرح لکھے جائیں:-

| ش | خ | ش | خ | م | م |
|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |

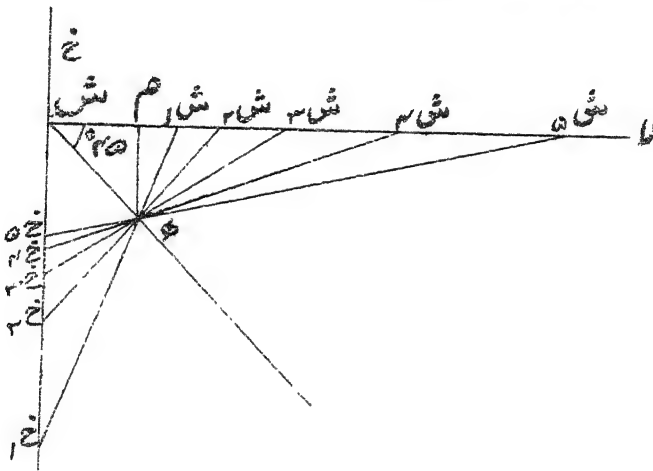
جدول سے (م) کی اوسط قیمت شمار کیجائے اور  
 پھر ماسکی طاقت بھریوں (ڈائی آپٹروں) میں بتائی جائے۔

ایک شکل بھی کہینچی جائے جس میں محدب عدسہ سے گزر کر حقیقی خیال پیدا کرنے والی شعاعوں کے راستوں کی صراحت کیجائے۔

ایک تریبیعی عمل - سہراورڈگری کے نام کے ساتھ ایک دلچسپ تریبیعی عمل عدسہ کے ماسکی طول کی تعین سے متعلق مشہور ہے۔ دو محور کہینچی جائیں جو باہم دیگر عمود ہوں۔ ایک محور پر (م) ماسکی قیمتیں ظاہر کی جائیں اور دوسرے پر انکی متعلقہ (خ) کی قیمتیں۔ چونکہ محدب عدسہ کے اس تجربہ میں (خ) کی قیمتیں منفی ہیں جس محور پر (خ) ناپا جائیگا نیچے کی طرف کہینچا جاتا ہے۔ محوروں پر (م) اور (خ) کے ایک ہی مشاہدہ سے متعلق جو نقطے ہونگے ان کو خط مستقیم کیسے کر اگر ملایا جائے تو تمام مشاہدوں کے خطوط (بشرطیکہ تجربہ اور تریبیعی عمل کافی صحت کے ساتھ ترتیب پائے ہوں) ایک ہی نقطہ پر متقاطع ہونگے۔ اس نقطہ کا فاصلہ دونوں محوروں سے ماسکی طول (م) کے مساوی ہوگا۔ شکل (۳۹) میں ایسی ایک مثال دی گئی ہے اس میں م) اور م) ہر دو عدسہ کے ماسکی طول (م) کے مساوی ہیں۔

طریقہ (۳)۔ جب محدب عدسہ کے ذریعہ کسی شخص کا حقیقی خیال پردہ پر بنتا ہے تو پردہ اور شخص کو ان کی جگہوں پر قائم رکھ کر یعنی ان کا درمیانی فاصلہ مستقل رکھ کر (عدسہ کے لئے بالعموم دو محل دریافت

ہو سکتے ہیں۔ ایک محل ایسا ہوتا ہے کہ جب عدسہ وہاں رکھا جاتا ہے تو خیال شخص سے بڑا ہوتا ہے، اور جب عدسہ دوسرے محل پر رکھا جاتا ہے تو خیال شخص سے چھوٹا ہوتا ہے۔ پہلی صورت میں عدسہ سے شخص ایک کا جو فاصلہ ہوتا ہے دوسری صورت میں عدسہ سے پردہ تک کے فاصلہ کے مساوی ہوتا ہے۔



شکل ۳۹

عدسہ کے ماکہ طول کے لئے ترسیمی عمل

فرض کرو شخص اور پردہ کے درمیان فاصلہ (ف) ہے، اور عدسہ کے پہلے اور دوسرے محل کے مابین (۱)۔ تو

$$\text{ش} = \frac{\text{ف} - ۱}{۲} \quad \text{خ} = \frac{\text{ف} + ۱}{۲}$$

ان قیمتوں کو مساوات  $\frac{۱}{\text{ش}} - \frac{۱}{\text{خ}} = \frac{۱}{\text{م}}$  میں خ اور ش کے

عوض لکھنے سے ماکہ طول  $\text{م} = \frac{\text{ف} - ۱}{۲\text{ف}}$  نکل آتا ہے۔



شخص سے پردہ کافی دور رکھو اور ان کے مابین عدسہ کو ایک ایسے مقام پر ترتیب دو کہ پردہ پر شخص کا حقیقی خیال اتر آئے۔ پھر شخص اور پردہ کو ان کی جگہوں پر قائم رکھ کر عدسہ کا دوسرا محل دریافت کرو جس سے مگر حقیقی خیال پیدا ہو۔ عدسہ کے پہلے اور دوسرے محلوں کا فاصلہ ناپ لو اور نیز شخص اور پردہ کا درمیانی فاصلہ۔ مصرعہ بالا مساوات کے ذریعہ (م) کی قیمت شمار کیجائے۔ بطور خاص بعد آزمائش ایک ایسی صورت دریافت کیجائے جس میں  $\frac{1}{f}$  کی قیمت صفر ہو۔ ظاہر ہے کہ ایسی حالت میں (ف) کی قیمت اقل ہوگی اور

$$m = -\frac{f}{v}$$

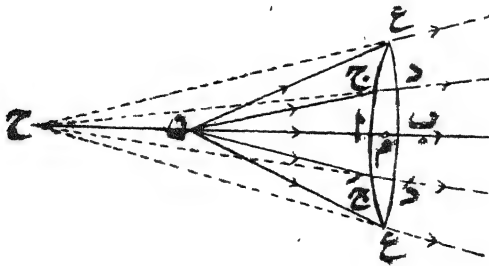
**تجربہ ۲۵۔** مناظری تختہ۔ مقعر عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین۔ چونکہ محض مقعر عدسہ سے حقیقی شخص کا حقیقی خیال بنتا ممکن نہیں۔ مناظری تختہ کے ذریعہ متذکرہ بالا طریقوں پر کار بند ہونے کے لئے مقعر عدسہ کے ساتھ ایک مناسب ماسکی طول کا محدب عدسہ شریک کرنے کی ضرورت پیش آتی ہے۔ ان دونوں عدسوں کا مجموعہ بالا التزام محدب ہونا چاہئے۔ تجربہ (۱۵) کی طرح اس مجموعہ کا ماسکی طول (م) دریافت کر لیا جاسکتا ہے۔ پھر اس طریقہ سے اس محدب عدسہ کا ماسکی طول (م۱) بھی معلوم کر لیا جاسکتا ہے جو مقعر عدسہ کے ساتھ مجموعہ میں شریک کیا گیا۔ تب مقعر عدسہ کا ماسکی طول (م۲) ضابطہ ذیل کے ذریعہ شمار کر لیا جاسکتا ہے :

$$\frac{1}{m} - \frac{1}{m'} = \frac{1}{f}$$

اس ضابطہ میں ہر مقدار کی صحیح علامت درج ہونی چاہئے تاکہ نتیجہ صحیح برآمد ہو۔

تجربہ ۳۵۔ ایک محدب الطرفین عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر اسٹخا کی تعیین۔ پہلے اس عدسہ کا ماسکی طول دریافت کر لیا جائے۔ مصرعہ بالا طریقوں میں سے کوئی ایک طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے۔ پھر شخص کے لئے ایسا محل (بعد آزمائش) دریافت کیا جائے کہ اس کی شعاعیں عدسہ میں منعطف ہو کر عدسہ کی دوسری (یعنی عقبی) سطح سے منعکس ہوں اور عدسہ سے مکرر منعطف ہونے کے بعد جو خیال پیدا ہوگا شخص سے منطبق ہو جائے۔

شکل (۴۰) میں بتایا گیا ہے کہ اس خیال کی پیدائش کیونکر ہوتی ہے۔ نقطہ (ن) سے اگر کوئی شعاع عدسہ



شکل ۴۰

عدسہ کی دوسری سطح سے انعکاس

(ع) کی پہلی سطح میں سے منعطف ہو کر دوسری سطح سے بعد انعکاس اسٹی راستہ واپس لوٹتی ہے جس سے وہ آئی تھی، اس کی سمت اس دوسری سطح پر عمودی ہونی چاہئے۔ پس شعاع منعطف ج د کی سمت عدسہ کی دوسری سطح کے مرکز انحناء (ح) میں سے گزرنی چاہئے۔ عدسہ کے سیدھے جانب بھی کچھ نور چلا جاتا ہے، جیسا کہ نقطہ دار خطوط کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔ بہر حال، نقطہ (ح) نقطہ (ن) کا خیال ہے جو عدسہ میں سے گزرنے والی شعاعوں کے ذریعہ پیدا ہوتا ہے۔  
م ن کو (ف) سے تعبیر کیا جائے اور م ح کو (ص) سے، تو مساوات

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{m} + \frac{1}{n} \quad \text{میں} \quad \text{ش} = \text{ف} \quad \text{اور} \quad \text{خ} = \text{ص}$$

میں  $\frac{1}{f} = \frac{1}{m} + \frac{1}{n}$  جہاں (م) سے مراد عدسہ کی طویل ہے

$$\text{لہذا} \quad \text{ص} = \frac{\text{ف} \cdot \text{م}}{\text{ف} + \text{م}}$$

یہ یاد رہے کہ اس ضابطہ میں (م) کی جبری قیمت درج ہوگی۔

نقطہ (ن) کے مقام کی تعیین تجربہ سے، اختلاف منظر کے طریقہ سے، ہو سکتی ہے، مثلاً ایک الہن کو بطور شخص کے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ لیکن چونکہ ان سے انعکاس سے پیدا ہونے والا خیال مدہم ہوتا ہے اس لئے مناظری تختہ کے ذریعہ تجربہ بہتر ہے۔ یعنی ایک سفید پردہ کے پنج میں چھوٹا دائری سوراخ کر کے اسپر دو صلیبی تار

تین دئے جائیں اور دائرہ کو منور کر کے ان کا خیال ان سے منطبق کرایا جائے۔ چونکہ اس صورت میں شخص اور خیال دونوں عدسہ سے ایک ہی فاصلہ پر واقع ہوتے ہیں، اس لئے عدسہ سے پردہ تک کا فاصلہ (ف) کے مساوی ہے۔

اندھیرے کمرے میں اپن پر ایک چھوٹی سی جھنڈی لگا کر اس کو کافی روشن کر کے، تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ اگر معمل کے کسی اور حصہ میں تجربہ کرنا ہو تو عدسہ کو پارے کی سطح پر تیرا کر منعکس شعاؤں کی حدت میں اضافہ کیا جاسکتا ہے۔

عدسہ کو پلٹا کر اس کی باقی ماندہ سطح کا نصف قطر (ص) ہی اسی طریقہ سے دریافت کر لیا جاسکتا ہے۔ م، ص، اور ص م معلوم ہو جانے کے بعد عدسہ کا انعطاف نما (م م ضابطہ ذیل کے ذریعہ شمار کر لیا جاسکتا ہے۔

$$\frac{1}{m} = (m - 1) \left( \frac{1}{v} - \frac{1}{v'} \right)$$

ان تینوں مقادروں م، ص، اور ص م کی صحیح علامتیں درج ہونی چاہئیں۔ (م) کی علامت کے متعلق کوئی وقت پیش نہیں آتی۔ سطحوں کے نصف قطر کی صحیح علامتیں درج کرنے کے لئے، فرض کرو عدسہ کی وضع تجربہ کیلئے

ترتیب دی گئی ہے۔ ایک جانب کو جانب وقوع تصور کر سکتے ہیں۔ اور اس جانب جو فاصلے ناپے جائینگے

سب مثبت ہونگے۔ مثلاً اگر عدسہ کی دونوں سطحیں اس  
 جانب محدب ہوں تو اس کا نصف قطر انحناء منفی ہے،  
 اس لئے کہ اس کا نصف قطر مخالف سمت میں ناپا  
 جائیگا۔

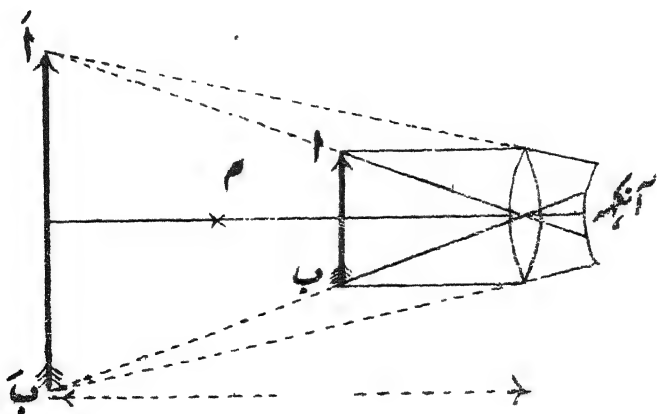


# چھٹا باب

مناظری آلات

## فصل (۱) سادہ عدسہ کی تکبیری طاقت

کسی شے کا ظاہری قد اس کے زاویہ نظر کے تابع ہے۔  
یعنی شے کے خطی ابعاد اور آنکھ سے اس کے فاصلہ کے  
تابع ہے۔ جس قدر وہ آنکھ سے قریب ہوتا ہے اس قدر  
اس کا ظاہری قد بڑھتا ہے۔ لیکن جب وہ ایک معین  
فاصلہ سے قریب تر ہوتا ہے تو رویت واضح نہیں رہتی



شکل ۴۱

عدسہ کی تکبیری طاقت

طبعی یا صحیح آنکھ کی رویت واضح کا اقل فاصلہ

عموماً ۲۵ سم تصور کیا جاتا ہے۔

جب ایک ہی عدسہ کو بطور سادہ خرد بین استعمال کرتے ہیں تو اس کو آنکھ سے متصل رکھ کر شخص کو ایسے مقام پر ترتیب دیتے ہیں کہ اس کا مجازی خیال آنکھ سے ۲۵ سم دور پیدا ہوتا ہے۔ مثلاً اگر شخص اب کا فاصلہ عدسہ سے اس کے ماسکی طول سے کم ہے تو اس کا مجازی خیال اب آنکھ سے ۲۵ سم دور بنتا چاہئے (ملاحظہ ہو شکل ۴۱)

عدسہ یا خرد بین کی تبکیری طاقت سے وہ نسبت مراد ہے جو مجازی خیال کے زاویہ نظر کو شخص کے زاویہ نظر سے ہوتی ہے جبکہ وہ آنکھ سے ۲۵ سم دور ہوتا ہے۔ دور بین کی تبکیری طاقت کا مفہوم اس سے جدا گانہ ہے۔ جب زاویہ نظر چھوٹے ہوتے ہیں انکی نیم قطری قیمتوں کے عوض ان کے مماس استعمال ہو سکتے ہیں۔ پس

$$\text{تبکیری طاقت ک} = \frac{\frac{\text{اب}}{۲۵}}{\frac{\text{اب}}{۲۵}}$$

عدسہ کی تبکیری طاقت اور اس کے ماسکی طول میں تعلق۔ فرض کرو عدسہ کا ماسکی طول (م) سنتی میٹر ہے۔ اور شخص اب کا فاصلہ عدسہ سے (ش) سم۔

$$\text{تو } \frac{1}{m} = \frac{1}{m_s} - \frac{1}{25}$$

$$\therefore \frac{1}{m} = \frac{1}{25} - \frac{1}{m_s}$$

$$\text{لیکن تبکیری طاقت (ک) = } \frac{A_B}{A_B} = \frac{25}{m_s} - 1 = \frac{25}{m}$$

لہذا، اگر (م) معلوم ہے تو تبکیری طاقت شمار ہو سکتی

ہے۔ واضح ہے کہ (م) کی جبری قیمت درج ہونی چاہئے۔  
محدب عدسہ کے لئے اس کی قیمت منفی ہے۔

تجربہ ۵۲۔ ایک سادہ عدسہ کی تبکیری طاقت کی تعیین۔

طریقہ (۱) عدسہ کو دو الپنوں کے بیچ میں رکھو اور  
اور ان کے فاصلوں کو ترتیب دیکر (تاکہ ایک الپن کا خیال  
دوسرے سے منطبق ہو) عدسہ کا ماسکی طول بذریعہ

$$\text{صابط } \frac{1}{x} - \frac{1}{m_s} = \frac{1}{m} \text{ دریافت کر لو۔}$$

جیسا کہ قبل ازیں متعدد جگہ ہدایت ہوئی ہے، جو فاصلے

شخص سے آنیوالے نور کے مقابل سمت میں ناپے جاتے  
ہیں مثبت ہوتے ہیں۔ اس طرح ماسکی طول معلوم

کر لینے کے بعد تبکیری طاقت

$$\text{ک} = 1 - \frac{25}{m} \text{ سے دریافت ہو جاتی ہے۔}$$



طریقہ (۲)۔ ایک ملی میٹر پیمانہ کو مینر پر رکھو، اور ایک دوسرے ملی میٹر پیمانہ کو پہلے پیمانہ سے تقریباً ۲۰ سنٹی میٹر اوپر، اور اس کے متوازی رکھو۔ ان کو اس طور پر ترتیب دو کہ جب اوپر کے پیمانہ کو ایک آنکھ سے عدسہ میں سے دیکھتے ہیں تو دوسری آنکھ سے نیچے کا پیمانہ بھی دکھائی دے۔ عدسہ کی وضع یہی ٹھیک کرو تاکہ دونوں پیمانے واضح اور باہم دیگر منطبق نظر آئیں، اوپر کا پیمانہ عدسہ میں سے اور نیچے کا خالی آنکھ سے۔ پھر گن کر دیکھو پہلے پیمانہ کے کتنے ملی میٹر درجے دوسرے پیمانہ کے دو یا تین ملی میٹر درجوں سے منطبق ہوتے ہیں۔ اگر اوپر کے پیمانہ کے (۳) درجے نیچے کے پیمانہ کے (۴) درجوں کے ساتھ منطبق ہوں، تو

$$\text{تکبیری طاقت (ک)} = \frac{۳}{۴}$$

فصل (۱) خرد ہیں

خرد ہیں کی ترکیب اور تکبیری طاقت

م مرکب خرد ہیں کے ضروری اجزاء، چھوٹے لمبی طول کے دو محدب عدسے ہیں۔ یہ

(۱) دہانہ یا عدسہ شخص

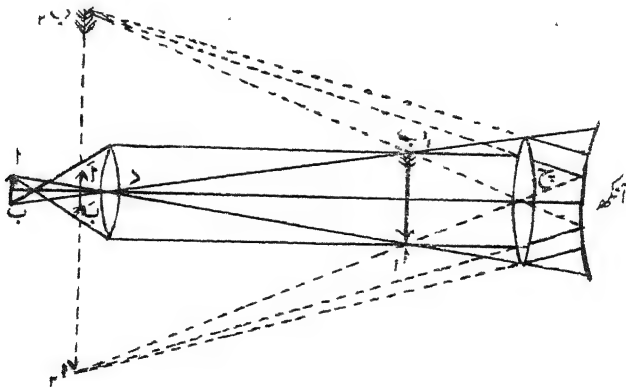
(۲) چشمہ یا عدسہ چشم

دہانہ اور شخص کے مابین جو فاصلہ ہے دہانہ کے

ماسکی طول سے ذرا ہی بڑا ہوتا ہے۔ اس لئے عدسہ کے دوسرے بازو ایک حقیقی، معکوس اور شخص سے بڑا خیال پیدا ہوتا ہے۔ شکل (۳۲) میں اب شخص سے اور اب متذکرہ بالا خیال ہے جو دہانہ (د) سے بنتا ہے۔ یہ حقیقی خیال عدسہ چشم یا چشمہ (ج) میں سے دیکھا جاتا ہے۔ چشمہ کا عمل بعینہ ایک سادہ مکبر شیشہ کا سا ہے۔

حقیقی خیال اور عدسہ چشم میں عدسہ کے ماسکی طول سے کم فاصلہ ہے۔ اس لئے جو خیال پیدا ہوتا ہے مجازی اور شخص، یعنی پہلے (حقیقی) خیال سے بڑا ہوتا ہے۔ تاہم عدسہ کا مقام ترتیب دیکر ٹھیک کر لیا جاتا ہے۔ تاکہ مجازی خیال آنکھ سے اقل فاصلہ رویت واضح پر (جو عموماً ۲۵ سم تصور ہوتا ہے) تیار ہو۔

اب حقیقی خیال ہے جو دہانہ یا عدسہ شخص کے



شکل (۳۲)

خردیں کی تکبیری طاقت

ذریعہ تیار ہوتا ہے اور اہم جسم مجازی خیال ہے جو چشمہ یا عدسہ چشم سے تیار ہوتا ہے۔

خرد میں کی بجبری طاقت (بلجائذ تعریف)

مجازی خیال اہم جسم کا زاویہ نظر (جو آنکھ پر بنتا ہے)

شخص آہم کا زاویہ نظر (ج) پر جبکہ جسم کا قطر ہوتا ہے

(ج) پر اہم جسم کا زاویہ نظر

(ج) پر آہم جسم کا زاویہ نظر

(یہاں آہم = آہم)

پس بجبری طاقت =  $\frac{\text{آہم جسم}}{\text{آہم جسم}}$  (تقریباً)

تجربہ ۵۵۔ خرد میں بنائیکی ترکیب - (۱) قرینق

کی ٹیکن کے افقی قاعدے پر ایک مربع دار کا غذا چھوٹا ٹکڑا، یا ایک چھوٹا واضح نشان کیا ہوا ملی میٹر پیمانہ بطور شخص استعمال کیا جائے۔

(۲) - ۲ یا ۳ سنتی میٹر ماسکی طول کا ایک عدسہ لوتا کہ بطور عدسہ شخص استعمال کیا جائے۔

اس کا ماسکی طول (تقریبی) دریافت کرو، اور اس سے کچھ ہی زائد فاصلہ پر مربع دار کا غذا (یا ملی میٹر پیمانہ) کے اوپر ٹیکن پر رکھو۔

(۳) عدسہ کے اوپر مناسب فاصلہ پر ایک چھوٹی تختی (یا پلیٹ فارم) جس کے پنج میں دائری سوراخ ہو،

افقی وضع میں اس طرح رکھو کہ عدسہ کا محور سوراخ کے مرکز میں سے گزرے۔ تختی پر ایک دوسرا مرعدار کا غد جادو۔

(۴) پلیٹ فارم کے اوپر، قرینق کی ٹیکن پر ایک فلزی حلقہ نصب کرو جس پر صلیبی تار تانے ہوئے ہوں۔ اوپر سے نیچے کی طرف نگاہ ڈالی جائیگی تو حقیقی، اور شخص سے بڑا خیال اُبھار دیکھا جائیگا۔ صلیبی تاروں کے حلقہ کی بلندی کو ٹھیک کر لو تاکہ ان میں اور خیال کے خطوط میں اختلاف منظر نہ رہے۔ ایسی صورت میں صلیبی تار اُس افقی مستوی میں ہوتے ہیں جس میں دہانہ سے پیدا ہونے والا خیال ہوتا ہے۔

(۵) چشمہ کو (جو ۴ یا ۵ سم لمبی طول کا عدسہ ہو تو بہتر ہے) ٹھیک موقع پر رکھو تاکہ دہانہ سے پیدا ہونے والے خیال کی تکمیل میں آئے۔

(۶) حلقہ چشم کا ٹھیک مقام دریافت کرو، یعنی آنکھ کی پتلی کے لئے ایسا مقام دریافت کرو کہ جب پتلی دہانہ ہو تو عدسہ چشم میں سے گزرنے والی شعاعوں کا اعظم حصہ اس میں داخل ہو سکے۔ جب آنکھ اس مقام پر ہوتی ہے تو عدسہ چشم کا میدان مرعدار کا غد کے خیال سے بڑھ کر نظر آنا چاہئے۔ اگر ضرورت ہو تو حلقہ چشم کا صحیح مقام یاد رکھنے کے لئے وہاں ایک فلزی حلقہ رکھا جاسکتا ہے۔

(۷) پلیٹ فارم کو ترتیب دیکر حلقہ چشم سے ۵-۶

فاصلہ پر لاؤ۔

تجربہ ۵۶۔ خردیہ کی تبکیری طاقت۔

طریقہ (۱) پلیٹ فارم پر کے مربع دار کاغذ کو راست ایک آنکھ سے مشاہدہ کرو جبکہ دوسری آنکھ خردیہ میں سے پہلے کاغذ کے خیال کو دیکھتی ہو۔ اگر دونوں آنکھوں کی بصارت طبعی ہو تو مشق کرنے سے وقت واحد میں دونوں خیال ایک ساتھ نظر آ سکیں گے، خردیہ میں سے جو بڑا مربع دکھائی دیکھا خالی آنکھ کو نظر آنے والے چند مربعوں پر منطبق ہوگا۔ اگر دونوں خیالوں کو ایک دقت دیکھنے میں وقت محسوس ہو تو آنکھوں کو باری باری سے کچھ دیر تک کہو لو اور بند کرو تاکہ علیحدہ علیحدہ خیال نظر آئیں، پھر دونوں آنکھوں کو ایک ساتھ کہو لو تاکہ خیال منطبق نظر آئیں۔ اگر خالی آنکھ سے (ت) درجے خردیہ میں سے دکھائی دینے والے (ت) درجوں کے ساتھ منطبق ہوں تو خردیہ کی تبکیری طاقت  $\frac{ت}{ت}$  ہوگی اسلئے

$$\text{کہ اس صورت میں } \frac{اب}{ب} = \frac{ش}{ش}$$

طریقہ (۲) علیحدہ علیحدہ دہانہ اور چشمہ کی تبکیری طاقتوں کی تعیین کرو۔ اگر دہانہ کی طاقت (ک) ہے اور چشمہ کی (ک) تو خردیہ کی تبکیری طاقت (ک) = ک × ک  
(ک) کی تعیین۔ جس فلزی حلقہ پر صلیبی تار تانے گئے ہیں اسپر ایک چھوٹا مربع دار کاغذ ایسی وضع میں رکھو کہ

اس کے درجے حقیقی خیال ام بام کے درجوں کے بازو  
ہوں۔ سن کر دیکھو اس پہوٹے کاغذ کے کتنے (ت) درجے  
خیال ام بام کے (ت) درجوں کے منطقی ہوتے ہیں۔

تب (ک) =  $\frac{ت}{چ}$

(ک) کی تعین۔ چشمہ کی تکبیری طاقت (ک) کی  
تعیین کے لئے صلیبی تاروں کے فلزی حلقہ پر ایک چھوٹا  
مربع دار کاغذ رکھو اور اس کو اس طرح ترتیب در کہ حقیقی  
خیال ام بام کو ڈانپ دے۔ پھر آنکھ کو حلقہ چشمہ پر  
رکھو اور اس کاغذ کے درجوں کا پلیٹ فارم پر کے  
کاغذ کے درجوں کے مقابلہ کرو جو خالی آنکھ سے دیکھا  
جاسکتا ہوگا۔ واضح ہو کہ یہ طریقہ بعینہ وہی ہے جس سے  
ایک سادہ عدد کی تکبیری طاقت دریافت کیجاتی ہے۔  
(ک) کی اس طرح جو قیمت برآمد ہو قلمبند کرلو اور پھر

بذریعہ ک = ک × ک

خرد ہیں کی تکبیری طاقت شمار کرو۔

طریقہ (۳)۔ (ک) اور (ک) علیحدہ علیحدہ شمار کر لئے جائیں  
اور پھر عدد کی تکبیری طاقت (ک) جو ک × ک کے  
مساوی ہے شمار کر لیجائے۔

$$\text{واضح ہو کہ کد} = \frac{\text{خیال اجم کا قد}}{\text{شخص اجم کا قد}}$$

$$= \frac{\text{(د) سے خیال اجم کا قد}}{\text{(د) سے شخص اجم کا فاصلہ}}$$

یہ فاصلہ ناپ لئے جائیں اور ان سے (ک) شمار کرنی جائے۔ دیکھو شخص اجم کا فاصلہ (د) دہانہ کے ماسکی طول کے قریب قریب مساوی ہے۔ اور خیال اجم کا فاصلہ (د) سے تقریباً خرد ہیں کی ٹی کے طول کے مساوی ہے۔ (ک) کا شمار :-

حلقہ چشم کو عدسہ چشم کے بالکل قریب فرض کر کے عدسہ چشم کی بیکری طاقت ضابطہ ذیل سے دریافت ہوتی ہے۔

$$\text{کچ} = ۱ - \frac{۲۵}{\text{م}}$$

جس میں (م) عدسہ چشم کا ماسکی طول ہے۔ پس (م) معلوم کیا جائے اور (کچ) شمار کر لیا جائے۔ اور پھر اس سے

$$\text{ک} = \text{کد} \times \text{کچ}$$

اگر حلقہ چشم اور عدسہ چشم میں فاصلہ قلیل نہ ہو تو فرض کرو وہ (ف) ہے۔ مجازی خیال حلقہ چشم سے ۲۵ سنتی میٹر پر بنتا ہے نہ کہ عدسہ چشم سے۔ پس بیکری طاقت اس صورت میں

$$\text{کچ} = ۱ - \frac{\text{ف} - ۲۵}{\text{م}} \text{ ہے}$$

چونکہ (ف) تقریباً (م) کے مساوی ہوتا ہے، اس لئے یہ تقریبی ضابطہ حاصل آتا ہے

$$ک = \frac{۲۵}{م}$$

فصل (۳) دور بین

دور بین کی ترکیب اور اسکی تبکیری طاقت

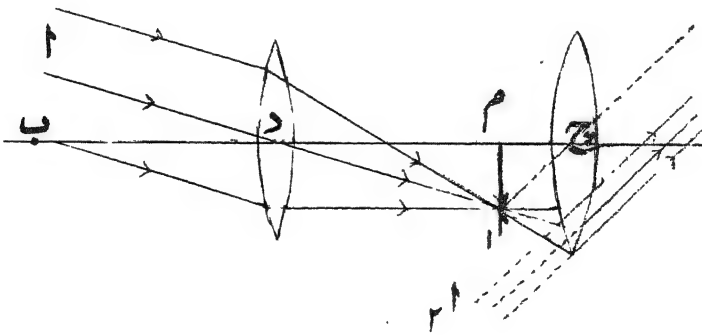
دور بین کے ضروری اجزاء دو محدب عدسے ہیں :

(۱) دہانہ یا عدسہ شخص جس کا ماسکی طول لمبا ہوتا ہے۔

(۲) چشمہ یا عدسہ چشم جسکا ماسکی طول چھوٹا ہوتا ہے۔

بڑے ماسکی طول کے عدسہ سے دور کے شخص کا حقیقی

اور معکوس خیال بنتا ہے۔ اگر شخص بہت دور ہو جیسا کہ فکلی دور بین میں ہوتا ہے، اس خیال کی پیدائش دہانہ کے



شکل (۴۳)

دور بین بحالت ترتیب طبعی



ماسکی مستوی ہوتی ہے۔ شکل (۳۳) میں بتایا گیا ہے کہ دور کے شخص کے کسی نقطہ سے جو شعاعیں دور بین کے اصلی محور کے متوازی آتی ہیں (م) پر جو دمانہ (د) کا اصلی ماسکہ ہے جمع ہو جاتی ہیں۔

دور کے شخص کے کسی اور نقطہ سے شعاعوں کی جو پنسل سمت د کے متوازی آتی ہے نقطہ (ا) پر ماسکہ پر آتی ہے، جو دمانہ کے ماسکی مستوی میں واقع ہے۔

حقیقی اور معکوس جو خیال پیدا ہوتا ہے عدسہ چشم اسکی تکبیر کر کے ایک مجازی خیال بناتا ہے، جو عدسہ چشم کے اسی بازو ہوتا ہے جدھر پہلا حقیقی خیال ہے۔

جب دور میں طبعی ترتیب کی حالت میں ہوتی ہے اس کا عدسہ چشم متذکرہ بالا حقیقی خیال سے آگے کو بقدر اس کے ماسکی طول کے بڑھا کر رکھا ہوا ہوتا ہے۔ پس اسی صورت میں چشمہ سے جو شعاعیں خارج ہوتی ہیں متوازی ہوتی ہیں، اور اس لئے آخری مجازی خیال آنکھ سے لاتناہی دور فاصلہ پر ہوتا ہے۔ ان متوازی شعاعوں کی سمت (۱) کو (ج) سے ملانے سے، جو عدسہ چشم کا مرکز ہے، معلوم ہو جاتی ہے۔

اگر آنکھ دور کی چیز کو دیکھنے کے لئے تیار ہے اور عدسہ چشم کے پیچھے رکھی جاتی ہے تو یہ متوازی شعاعیں پردہ شبکیہ پر ماسکہ پر آجائیں گی، اور ام کا خیال اس کو بڑا نظر آئیگا۔

کسی منظر کی آنکھ کی تبکیری طاقت سے مراد خیال کے زاویہ نظر اور شخص کے زاویہ نظر کی باہمی نسبت ہے۔ مفہوم مکمل ہونے کے لئے خیال اور نیز شخص کے مقام بھی معین ہونے چاہئیں۔

جب خوردبین کی طاقت دریافت کرتے ہیں تو شخص اور خیال دونوں آنکھ سے واضح رویت کے اقل فاصلہ پر یعنی ۲۵ سنتی میٹر دور رکھے جاتے ہیں۔ شخص اور خیال فلکی دور بین کی طاقت کی تعین میں شخص اور خیال کو اس فاصلہ پر تصور کرنا مہمل ہوگا۔ پس دونوں مشاہدہ کرنیوالے کی آنکھ سے نامتناہی دور تصور کئے جاتے ہیں۔ لہذا طبعی ترتیب کی حالت میں دور بین کی تبکیری طاقت

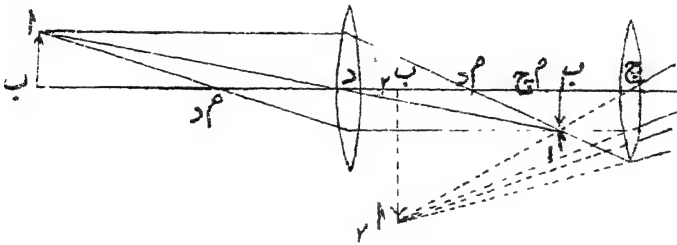
$$= \frac{\text{خیال کا زاویہ نظر}}{\text{شخص کا زاویہ نظر}}$$

$$= \frac{\text{اچ ب}}{\text{اچ م}} = \frac{\text{ادب}}{\text{ادم}} = \frac{\frac{\text{ام}}{\text{چ م}}}{\frac{\text{ام}}{\text{دم}}} \text{ تقریباً}$$

(چونکہ زاوئے چھوٹے ہیں اس لئے بجائے ان کے نیمقطری پیمانوں کے ان کے مماسوں کی قیمتیں لکھی گئی ہیں)

$$\text{پس طاقت تبکیری} = \frac{\text{دہانہ کا ماسکی طول}}{\text{چشمہ کا ماسکی طول}}$$

ایسی سادہ دور بین ارضی چیزوں کے دیکھنے کے لئے  
 ہی استعمال ہوتی ہے، مشاہدہ کرنے والے سے جن کے  
 فاصلے دور ہوتے ہیں لیکن نامتناہی نہیں۔ ایسی صورتوں  
 میں دور بین طبعی ترتیب کی حالت میں نہیں ہوتی ہے، اور  
 آخری خیال مشاہدہ کرنے والے سے کسی بھی مناسب و موزوں  
 فاصلہ پر ہو سکتا ہے۔ چنانچہ مشاہدہ کرنے والا عدسہ چشم  
 کو اس طرح ترتیب دے سکتا ہے کہ آخری خیال آنکھ سے  
 اتنی فاصلہ پر بنے جس پر شخص واقع ہے، یا یہ خیال واضح  
 رویت کے اقل فاصلہ پر ہو۔



شکل ۴۴

دور بین طبعی ترتیب سے جداگانہ حالت میں

تب دور بین کی طاقت تکبیر اس طرح شمار ہو سکتی ہے :-

$$\text{طاقت تکبیر} = \frac{\text{خیال کا زاویہ نظر}}{\text{شخص کا زاویہ نظر}}$$

$$= \frac{\frac{ا ج ب}{ا د ب}}{\frac{ا ج ب}{ا د ب}}$$

$$= \frac{\text{دب ا}}{\text{ج ب ا}} \quad \text{تقریباً}$$

یعنی طاقت تکبیر =  $\frac{\text{حقیقی خیال کا فاصلہ دہانہ سے}}{\text{حقیقی خیال کا فاصلہ چشمہ سے}}$  -

دور بین کی طاقت کے لئے یہ جو نسبت اخذ کی گئی ہے ہر حالت میں صحیح ہے، خواہ ترتیب طبعی ہو یا نہ ہو اور آخری مجازی خیال کا فاصلہ آنکھ سے کچھ بھی ہو -

تجزیہ ۷۷ - سادہ دور بین بنانے کی ترکیب -

بطور شخص کے ایک درجہ دار پیمانہ کو انتصابی وضع میں کافی دور کھڑا کرو۔ اگر مناسب پیمانہ نہ مل سکے تو اینٹھہ کی کسی دیوار کے ساتھ مشاہدہ ہو سکتا ہے۔ دو محدب عدسے لو، ایک عدسہ بڑے سے بڑے ماسکی طول کا چاہئے دوسرا چھوٹے سے چھوٹے ماسکی طول کا۔ پہلا عدسہ بطور عدسہ شخص یا دہانہ کے مجوزہ شخص یعنی پیمانہ یا دیوار کا حقیقی خیال بنانے کے لئے ترتیب دیا جائے۔ اگر آنکھ اس حقیقی خیال کے پیچھے کافی دور واقع ہو تو خیال صاف دکھائی دے سکے گا۔ پیمانہ کے کسی ایک درجہ کے حقیقی خیال کے ساتھ ایک الپن منطبق کرا یا جائے۔ یہ اس وقت ممکن ہوگا جبکہ درجہ کے خیال اور الپن میں اختلاف منظر نہ ہوگا۔

پھر چھوٹے ماسکی طول کا عدسہ چشمہ کی طرح ترتیب

دیا جائے۔ تاکہ پیمانہ کے درجے بڑے اور واضح نظر آئیں -

تجربہ ۷۷۔ دور بین کی طاقت تبیین۔ ایک

آنکھ سے پیمانہ کو دور بین میں دیکھو، دوسری سے پیمانہ کا راست معائنہ کرو۔ چونکہ دونوں آنکھوں سے ایک ہی وقت میں علیحدہ علیحدہ کام لئے جا رہے ہیں، شاید مبتدی کو پہلے پہلے کچھ دقت محسوس ہوگی۔ اگر عدسہ چشم اس طرح ترتیب دیا جائے کہ دونوں آنکھوں کی توفیق ایک ہی ہے، یعنی آخری مجازی خیال کی پیدائش مشاہدہ کرنے والے سے اسی فاصلہ پر ہوتی ہے جس پر خود پیمانہ رکھا ہوتا ہے، تو یہ دقت بہت کچھ رفع ہو جائیگی۔ دور بین کے عدسہ چشم کو مٹا کر ماسک پر لاتے وقت یہ بات ذہن میں جمائے رکھو کہ خیال اسی فاصلہ پر ہے جس پر پیمانہ واقع ہے۔ اگر ترتیب ٹھیک ہے اور دونوں آنکھوں سے وقت واحد میں کام لیا جاتا ہے تو سر کو خفیف سا ہٹانے سے مجازی خیال اور پیمانہ میں کوئی اضافی حرکت نہ محسوس ہوگی۔

دور بین میں سے پیمانہ کے چند درجوں (ت) کو ملاحظہ کرو، اور دیکھو خالی آنکھ سے اس کے کتنے درجے (ت) ان کے ساتھ منطبق ہوتے ہیں۔ دور بین کی طاقت تبیین تسلط کے مادی ہوگی۔

اسکی نقدیق کے لئے دور بین کے عدسہ شخص (دیانہ) سے اپن تک کا فاصلہ ناپو اور اس کو اپن سے عدسہ چشم تک کے فاصلہ پر تقسیم کرو۔

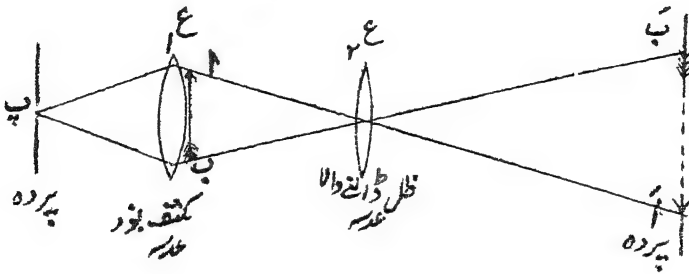
پھر دونوں عدسوں کے ماسکی طول دریافت کرو اور دہانہ کے ماسکی طول اور عدسہ چشم کے ماسکی طول میں نسبت شمار کرو۔ اس نسبت سے دور بین کی طاقت یکجہاں صورت میں دریافت ہوتی ہے جبکہ ترتیب طبعی ہو۔

### فصل (۴) مناظری قندیل

مناظری قندیل عموماً کسی عکس (فوٹو) کے شفاف حصہ وغیرہ کا بڑا خیال بنا کر پردہ پر اتارنے کی غرض سے استعمال ہوتی ہے۔ اس میں دو عدسے (یا عدسی نظام) ہیں، ایک ظل ڈالنے کا عدسہ (یا عدسہ شخص) ہوتا ہے، اور دوسرا عدسہ مکثف نور۔ اول الذکر ضلالت کوئی وغیرہ سے پاک عدسوں کا ایک مجموعہ ہے، جس کے اولی اصلی ماسک سے ذرا دور پر شخص، یعنی مناظری تختی (سلائڈ) ترتیب دی جاتی ہے، تاکہ حقیقی اور بڑے قد و قامت کا خیال پیدا ہو۔ مکثف نور عدسہ عموماً دو مستوی محدب عدسوں کا مجموعہ ہوتا ہے جو ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں اور جنکی منحنی سطحیں باہم دیگر مقابل ہوتی ہیں تاکہ مجموعہ مدق ہو۔ اس کو اس غرض سے شریک کرتے ہیں کہ مبداء نور سے شعاعوں کی جو متسع پنسل نکلتی ہے اس کا اکثر حصہ ظل ڈالنے والے عدسہ کے بیچ میں سے گزرے۔ اس سے خیال میں بحد امکان کم کچی (کروی ضلالت) پیدا ہوتی ہے اور نیز میدان کی وسعت بہت بڑھ جاتی ہے۔

ظل ڈالنے کے عدسہ (یا عدسہ شخص کی خطی تکبیر

$$\frac{\text{خیال کے خطی ابعاد}}{\text{شخص کے (حقیقی) خطی ابعاد}} =$$



شکل ۳۵

مناظری تبدیل کی ترکیب

یہ نسبت سید ہے خیال کیلئے مثبت تصور ہوتی ہے اور  
معکوس کے لئے منفی۔  
خطی تکبیر (ک) کا عام ضابطہ یہ ہے :-

$$ک = \frac{خ}{ش}$$

جس میں (خ) خیال کا عدسہ سے فاصلہ ہے اور  
(ش) شخص کا فاصلہ عدسہ سے۔

لیکن (م) ماسکی طول کے عدسہ کیلئے  $\frac{1}{خ} = \frac{1}{ش} - \frac{1}{م}$

$$پس ۱ - \frac{خ}{ش} = \frac{خ}{م} \text{ یا } ۱ - ک = \frac{خ}{م}$$

$$\text{اور } م = \frac{خ}{۱-ک}$$

### تجزیہ ۵۹۔ مناظری قندیل بنائیکی ترکیب۔

مناظری قندیل کے عمل کی توضیح کے لئے بڑے سپرہود کے دو عدسے منتخب کرلو، جن میں سے ایک کا ماسکی طول تقریباً ۲۵ سم ہو اور دوسرے کا ۱۵ سم۔ مبداء نور چھوٹے ابعاد کا چاہئے۔ اس شخص سے ایک فلزی پردہ کے بیچ میں کوئی ۱۵ سم قطر کا ایک سوراخ کر کے اس کے پیچھے موم بتی یا معمولی چراغ کا شعلہ رکھا جائے۔ ایک فلزی تیر یا شیشہ پر کندہ کیا ہوا پیمانہ بطور 'شخص' استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اگر بڑے ماسکی طول (۲۵ سم) کے عدسہ کو عدسہ 'شخص' کی حیثیت سے ترتیب دیکر سفید پردہ کو دور رکھ کر اوسپر بڑے ابعاد کا خیال اتارنے کی کوشش کی جائے تو خیال بہت مدہم بینگا اور صرف اس کے وسطی حصے نظر آئینگے۔ اب چھوٹے ماسکی طول (۱۵ سم) کے عدسہ کو 'شخص' کے پیچھے کھڑا کرو اور سوراخدار فلزی پردہ ایسی جگہ رکھو کہ منور سوراخ کا خیال عدسہ 'شخص' کے وسطی حصے پر پیدا ہو، یعنی باعتبار اس مکشف نور عدسہ کے پردہ کا سوراخ اور عدسہ 'شخص' کا وسطی حصہ باہم دیگر زوجی ماسکے ہوں۔ مثلاً اگر کو اس طرح ترتیب دیا جاسکتا ہے کہ فلزی پردہ کے سوراخ اور عدسہ 'شخص' میں فاصلہ اقل ہو (۱۲.۹) اور مکشف کے ماسکی طول کا چہار چند ہو۔ اس صورت میں زوجی ماسکوں کو 'عدسہ کے متشاکل نقطے' کہتے ہیں۔ اگر 'شخص' مکشف سے ذرا ہی سامنے ہو تو سفید پردہ پر



جو خیال دکھائی دیکھا یساں روشن ہوگا اور اس میں شخص (جو کٹھنہ کے سہوہ سے چھوٹا فرض کیا جاتا ہے) کے تمام حصے موجود ہونگے۔ سو راخدار پردہ کو اس کے مقام سے ہٹا کر دیکھو خیال کی روشنی پر اس کا کیا اثر پڑتا ہے۔ تمہیں معلوم ہو جائیگا کہ اس کے لئے صرف ایک ہی ایسا مقام ہے جس پر اس کو دیکھنے سے خیال یساں روشن نظر آتا ہے۔

تجربہ ۱۷۔ مناظری قندیل کے عدسہ شخص

کی طاقت تبکیر کی پیمائش اور اس کے ماسکی طول کی تعیین۔ شخص کے کسی دو واضح نقطوں کا اور ان کے خیالوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے۔ آخر الذکر کو اول الذکر پر تقسیم کر کے عدسہ کی طاقت تبکیر شمار کیجائے۔ اس خاص صورت میں اس کی علامت منفی ہوگی کیونکہ خیال معکوس ہے۔

عدسہ سے سفید پردہ تک کا فاصلہ ناپ لیا جائے اور اس کے ماسکی طول کی قیمت ضابطہ ذیل سے شمار کیجائے :-

$$م = \frac{خ}{۱-ک}$$

احتیاط رہے کہ (خ) اور (ک) کی صحیح علامتیں درج ہوں

## ساتواں باب

طیوف اور طیف پیا -

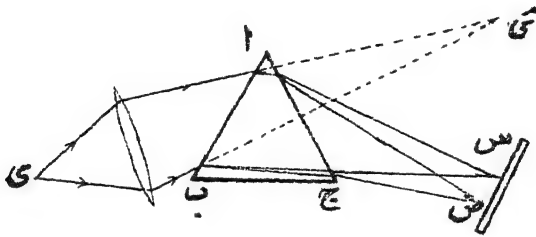
### فصل (۱) طیف بنانے کی ترکیب

سپیکٹروم نیوٹن کے مشہور تجربہ کی طرح جب سفید روشنی کی پینل ایک منشور میں سے گزرتی ہے تو مختلف رنگوں میں منتشر ہو جاتی ہے اور رنگیں قطعات کا ایک سلسلہ نظر آتا ہے جو طیف کہلاتا ہے۔ خالص طیف تیار کرنے کے لئے، جس میں ایک رنگ کا قطعہ دوسرے رنگ کے قطعہ کے بازو ہو نہ کہ اسپر متراکب، مبداء نور ایک تنگ جھری کی شکل میں ہونا چاہئے اور منشور کو اقل انحراف کی وضع میں رکھ کر اس میں سے متوازی شعاعوں کی پینل کو گزرنے دینا چاہئے۔

تجربہ گاہ - پردے پر طیف کی پیدائش - پہلے کمرہ

میں اگر تجربہ کرنا ہو تو بہت تیز اور سفید روشنی کا مبداء چاہئے مثلاً لائٹ لائٹ یعنی چوٹے کی روشنی یا برقی قوس کی روشنی۔ تاریک کمرہ میں تجربہ کرنے کے لئے کیسی یا تیل کا چراغ بھی کافی ہو سکتا ہے۔ ایک فلزی تختی کے پیچ میں ایک تنگ انتصابی وضع کی جھری بنا کر مبداء کی روشنی کو ایک منف نور

مجدب عدسہ کے ذریعہ سے عین جھری پر ماسک پر لانا چاہئے۔  
 جھری کے دوسرے جانب ایک دوسرا مجدب عدسہ  
 ٹھیک مقام پر رکھ کر سفید پردے پر جھری کا واضح اور ممتاز حدود  
 خیال تیار کیا جائے۔ عدسہ سے جو پشیل گزرتے اُسکی راہ  
 میں منشور کو رکھا جائے اور اُس کا انعطافی کنارہ انتصابی  
 وضع میں ترتیب دیا جائے۔ ایک سفید تاو اگر خارج شعاعوں  
 کی راہ میں پکڑا جائے تو اسپر رنگین قطعات کا ایک  
 سلسلہ نظر آئیگا۔ بالعموم پردہ کو اُس کے سابقہ مقام سے  
 ہٹا کر رکھنا پڑتا ہے تاکہ یہ رنگین قطعات اسپر آئیں۔

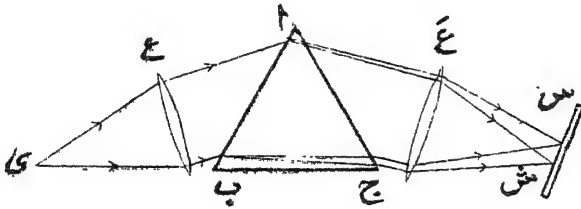


شکل ۴۶  
 پردہ پر طیف کی پیدائش

منشور کو حسب ضرورت مناسب سمت میں پھیر کر اقل انحراف  
 کی وضع میں لاؤ۔ اُس کے بعد جھری کے خیال کو غالباً پردہ  
 پر ماسک پر لانے کی ضرورت ہوگی۔ اُس کے لئے  
 عدسہ سے آنے والی شعاعوں کے راستہ میں ایک جھوٹا  
 مستوی آئینہ رکھا جاسکتا ہے۔ آئینہ کو پھیر کر پردہ پر  
 طیف سے متصل جھری کا ایک سفید خیال بنایا جائے۔

اور پھر عدسہ حسب ضرورت ذرا ذرا سرکا کر رکھا جائے  
یہاں تک کہ یہ خیال پردے پر ٹھیک ماسکہ پر آجائے۔  
طریقہ مصرعہ بالا سے پردہ پر ایک کافی خالص طیف پیدا  
کیا جاسکتا ہے۔

چونکہ منشور میں سے گزرنے والی شعاعیں ایک مستقیم  
پنسل سے متعلق ہیں یہ طیف فی الحقیقت خالص نہیں۔  
ایک ہی رنگ کے نور کی شعاعیں منشور میں سے متوازی  
گزرنے کے لئے بھری اور عدسہ کا درمیانی فاصلہ عدسہ  
کے ماسکی طول کے مساوی ہونا چاہئے۔ منشور میں سے



شکل ۴۷

### خالص طیف کی پیدائش

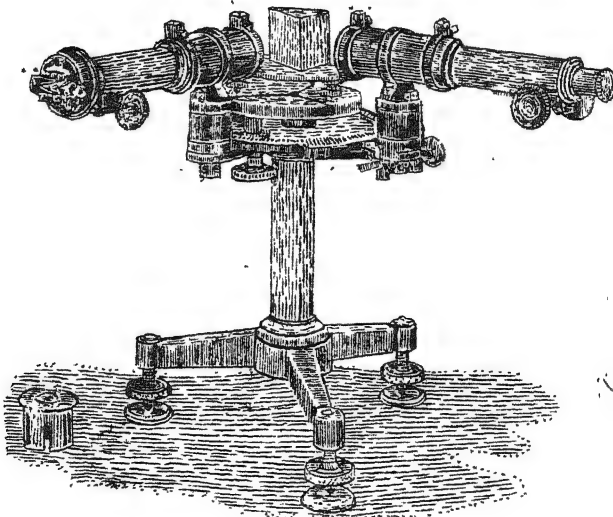
جس راستے پنسل خارج ہوتی ہے اگر وہاں آنکھ رکھی جائے  
تو اس کو ایک مجازی اور خالص طیف دکھائی دیگا۔  
اس خالص طیف کو پردہ پر اتارنے کے لئے خارج پنسل  
کے سدا راہ ایک دوسرا محدب عدسہ رکھا جانا چاہئے  
جس کا فاصلہ پردہ سے اس کے ماسکی طول کے  
برابر ہو۔ یہ ترتیب اکثر کاموں میں مفید پائی جاتی ہے  
مثلاً جب طیف کا عکس (فوٹو) لینا ہوتا ہے تو یہی

طریقہ استعمال ہوتا ہے اور بجائے سفید پردہ کے عکس  
کشی کی تختی رکھ دی جاتی ہے۔ طیف پیماکا بھی یہی اصول  
ہے۔

### فصل (۲) طیف پیماکا

طیف نما وہ آلہ ہے جس سے نور کی شعاعوں کو  
منتشر کر کے طیف بنایا جاتا ہے اور اس طیف کا  
معائنہ کیا جاتا ہے۔

طیف پیماکا طیف نما کے مشابہہ آلہ ہے لیکن اس  
میں منتشر شعاعوں کا انحراف وغیرہ ناپنے کے لئے  
مناسب انتظام مہیا ہوتا ہے۔



شکل ۷۸ طیف پیماکا

اس آلہ کے ضروری اجزاء حسب ذیل ہیں :-

(۱) توازی گر (کو لمیٹر) جس سے شعاعوں کی پنسل متوازی بنائی جاتی ہے۔

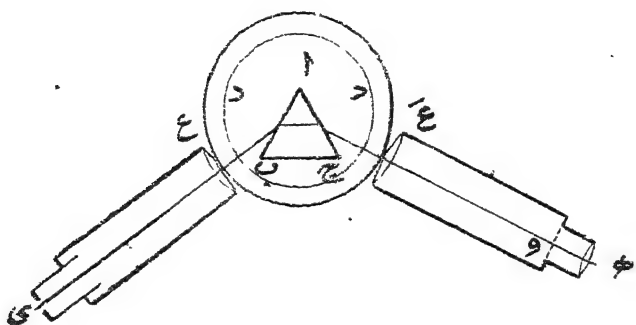
(۲) منشور (یا انتشار پیدا کرنے والی جالی) جو شعاعوں کو منتشر کرنے کے لئے ایک گردش پذیر مینر پر <sup>رکھا</sup> جاتا ہے۔

(۳) دور بین جس سے طیف کا معائنہ کیا جاتا ہے۔  
ان کے لئے درجہ دار دائرے اور کسر پیمایا بھی ہوتے ہیں تاکہ منشور اور دور بین کے محل (اور ان کی وضعوں) کا صحیح تعین ہو سکے۔ شکل ۴۷ اور (۴۹) میں اس آلہ کی اہم ترین خصوصیات بتائی گئی ہیں۔

توازی گر ایک نئی ہے جس کے ایک سرے پر ایک تنگ جھری (دی) (مناسب پیچ کے ذریعہ) ترتیب دیجاسکتی ہے۔ نلی کے دوسرے سرے پر 'لونی' ضلالت سے پاک ایک عدسہ (ع) ہوتا ہے۔ جس نور کے طیف کا معائنہ کرنا مقصود ہوگا اس کے مبداء سے جھری کو روشنی پہنچائی جاتی ہے۔ اکثر تجربوں کیلئے معمولی گیس کے شعلہ میں نمک طعام کے حل میں ڈبوئے ہوئے اسبسطوس کے ریشے پکڑنے سے جو زرد رنگ پیدا ہوتا ہے، کافی ہے، کیونکہ یہ نور تقریباً ایک 'لونی' ہے۔ جھری اور عدسہ (ع) کا درمیانی فاصلہ گھٹ بڑھ سکتا ہے تاکہ جھری ٹھیک عدسہ کے ماسک پر رکھی جاسکے

اور عدسہ میں سے متوازی پنسل خارج ہو۔

منشور اب ج ایک دائری مینر (د) پر رکھا جاتا ہے، جو انتصابی محور پر گردش کر سکتا ہے۔ مینر کو عموماً ایک کلیپ (پیچ) کے ذریعہ کسی ہی وضع میں حسب منشاء



شکل ۴۹

طیف پیا کا خاکہ

جکڑ دیا جاسکتا ہے۔ بعض اوقات ایک ماسی پیچ بھی جھپا ہوتا ہے تاکہ مینر کو آہستہ حرکت دیا سکے۔ متوازی شعاعوں کی پنسل منشور سے نکل کر عدسہ (ع) میں داخل ہوتی ہے اور پھر اس کے اصلی ماسک (و) پر جمع ہو جاتی ہے، جس سے جھری کا حقیقی خیال عدسہ (ع) کے ماسکی مستوی میں تیار ہوتا ہے۔ مرکب چشمہ (ھ) کے پاس جب آنکھ رکھی جاتی ہے تو اس حقیقی خیال کا مجازی اور بڑا خیال نظر آتا ہے۔ عدسے (ع) اور (ھ) ایک نلی میں بٹھائے ہوتے ہیں۔ یہ دونوں ملکر آلہ کی دور بین بنتی ہے۔ جس انتصابی محور پر منشور کی

مینر کو گردش دیکھتی ہے دور بین ہی اُسی کے گرد گھومتی ہے۔ اور مینر کی طرح، باندھنے کے پیچ اور ماسی پیچ سے مہیا ہوتی ہے۔

تقریباً ۶۲۔ طیف پیمائی ترتیب۔ طیف کو ٹھیک طور پر ترتیب دینے میں بہت احتیاط کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ اُس کی بناوٹ میں کوئی نقص نہیں ہے اور جیٹی ترتیبیں سب ٹھیک ہیں۔ پس یہاں صرف اس کی اہم مناظری ترتیبوں کا ذکر ہوگا۔

دور بین۔ دور بین کا چشمہ، عدسہ میدان سے ایک معین چھوٹے فاصلہ پر رکھے ہوئے شخص کا بڑا خیال بنانے کی غرض سے استعمال ہوتا ہے۔ دور بین کی نلی میں اُس کو آگے یا پیچھے ہٹا سکتے ہیں۔ کسی یکساں منور سطح مثلاً روشن دیوار کی طرف دور بین کا منہ پھیرو اور چشمہ کو نلی میں جب ضرورت خفیف سا آگے یا پیچھے سرکاؤ حتیٰ کہ اُس کے صلیبی تار واضح نظر آئیں۔

ایسی حالت میں کہا جاتا ہے کہ چشمہ صلیبی تاروں پر ماسکہ پر لایا گیا ہے۔ مگر یہ یاد رکھنا چاہئے کہ آنکھ کی طاقت توفیق کی وجہ سے یہ ترتیب بالکل ٹھیک انجام نہیں پاتی۔ تھوڑا سا نقص باقی رہ جاتا ہے۔ اب دور بین کو متوازی شعاعوں کو ماسکہ پر لانے کے لئے ترتیب دیا جائے، یعنی عدسہ شخص یا دھانہ سے صلیبی



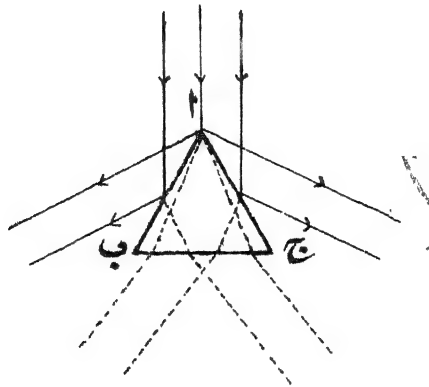
تاروں کا فاصلہ اس کے ماسکی طول کے مساوی کیا جائے۔  
 سہل ترین طریقہ یہ ہے کہ دور بین ایک بہت دور کے  
 شخص کو دیکھنے کے لئے ماسک پر لائی جائے۔  
 اس ترتیب کے بعد مشاہدہ کرنیوالا دور کے شخص  
 اور صلیبی تاروں، دونوں کو ایک ساتھ، بے تکلف (یعنی آنکھ  
 کا ماسکی طول تبدیل کئے بغیر) صاف دیکھ سکتا ہے۔ صحت  
 کے امتحان کے لئے طریقہ اختلاف منظر سے کام لیا جائے  
 یعنی دور بین کے چشمہ کے عقب میں آنکھ کو ایک طرف  
 سے دوسرے طرف حرکت دیکر دیکھا جائے آیا دور کے  
 شخص اور صلیبی تاروں میں کچھ اضافی حرکت تو نہیں پائی  
 جاتی۔ اضافی حرکت نہ تو ترتیب صحیح ہے۔

تواری گر۔ جہری کے پیچھے سوڈیم کا شعلہ (حسب ہدایت  
 مندرجہ صفحہ ۱۵۸) کھڑا کرو۔ شعلہ کا روشن ترین حصہ جہری کے  
 مقابل آنا چاہئے۔ دور بین کو پھیر کر اس کے محور کو تواری گر  
 کے محور کے ساتھ ایک خط مستقیم میں رکھو۔ اب اگر  
 دور بین میں سے دیکھو گے تو جہری کا زرد رنگ کا خیال  
 نظر آئیگا، لیکن علی العموم اس کی وضاحت ٹھیک نہوگی۔ اور  
 تواری گر کو ماسک پر لانا پڑیگا۔ اس کے لئے اس کے  
 عدسہ اور جہری کا درمیانی فاصلہ ٹھیک کرنا ہوتا ہے یہاں تک  
 کہ جہری کے کنارے صاف اور واضح نظر آئیں۔  
 جب ترتیب مکمل اور ٹھیک ہوگی صلیبی تاروں اور  
 جہری کے کناروں میں اختلاف منظر نہونا چاہئے۔ چونکہ  
 قبل ازیں دور بین کو متوازی شعاعوں کو ماسک پر لانے کیلئے

ترتیب دیا گیا ہے اس لئے ضرور ہے کہ توازی گر کی جھری سے اب متوازی شعاعوں کی پنسل آئے۔

تجربہ ۶۳۔ طیف پیماسے منشور کے زاویہ

کی پیمائش۔ جہری کو کافی کہولہ و تاکہ توازی گر میں سے نور اچھی خاصی مقدار میں گزرے۔ منشور کو مینر پر رکھو اور اس کا جو زاویہ ناپنا مقصود ہو اس کو توازی گر کے عدسہ کی طرف پھیرو۔ اس عدسہ میں سے اب متوازی شعاعیں نکل کر منشور کے پہلوں اب اور اج (شکل - ۵) سے ٹکرائیں گی۔ (واضح ہو کہ منشور کا زاویہ ب آج ناپا جا رہا ہے)۔ اور ہر پہلو سے کچھ کچھ نور منعکس ہوگا، جیسا کہ مسلسل خطوط کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔ طالب علم باسانی ثابت کر سکتے ہیں کہ ان منعکس پنسلوں کا دیرانی زاویہ منشور کے زاویہ کا دوچند ہے۔ توازی گر کے محور کے



شکل ۵  
منشور کے زاویہ کی پیمائش

افقی مستوی میں آنکھ کو منشور کے ایک پہلو مثلاً  $AB$  کے مقابل رکھ کر دیکھنے سے اس سے منعکس ہو کر آنے والی پنسل کی سمت دریافت ہو سکتی ہے۔ دور بین کو پھیر کر اس سمت میں لاؤ اور اس میں سے جھری کے خیال پر نظر رکھ کر جھری کو تنگ بناؤ۔ پھر دور بین کو ماسی پیچ کے ذریعہ آہستہ حرکت دیکر جھری کے خیال کو صلیبی تاروں سے منطبق کرو۔

مینر کے کسر پیم (یا کسر پیاؤں) کے ذریعہ دور بین کا محل پُر ہر قلبند کرو۔ چونکہ نشان نہایت باریک اور ایک دوسرے کے بہت نزدیک ہوتے ہیں اس لئے کسر پیم پیموں پر گیس یا برقی چراغ کا نور منعکس کرنے کی ضرورت ہوگی۔ مینر یا منشور کو انکی وضعوں میں برقرار رکھ کر دور بین میں دوسرے پہلو  $AC$  سے منعکس ہونیوالی پنسل معائنہ کرو اور مکرر دور بین کا محل پُر ہر قلبند کرلو۔ اب دور بین کی دونوں وضعوں کا زاویہ میلان معلوم ہو جائیگا۔ اور اس کا نصف منشور کا زاویہ  $(A)$  ہوگا۔

اگر منشور کا تیسرا پہلو  $BC$  غیر شفاف نہ ہو تو دور بین کو زاویہ منشور کے ایک پہلو کے سامنے سے پھیر کر دوسرے کے سامنے لانے میں جھری کے عموماً  $30^\circ$  خیال نظر آتے ہیں۔ ان میں سے دو نور کے انعکاس سے پیدا ہوتے ہیں جنکی وضع زاویہ کی پیمائش کے لئے معلوم کرنا ضروری ہے۔ دوسرے دو خیال منشور کی عقبی سطح (تیسرے پہلو یعنی  $BC$ ) کے انعطاف سے پیدا ہوتے ہیں۔ غلطی سے ان کو دیکھ کر دور بین کے مقام نہ لکھ لئے جائیں۔ اگر پہلے خالی آنکھ سے منعکس پنسلوں سے پیدا ہونے والے خیالوں کے مقام دیکھ لئے

جائیں اور ان پر نگاہ رکھ کر دور بین کو ٹھیک مقام پر پہیر کر لایا جائے تو متذکرہ بالا غلطی سے بچنا بہت آسان ہے۔

جن شعاعوں کے انعطاف سے دوسرے دو خیال پیدا ہوتے ہیں شکل (۵۰) میں نقطہ دار خطوط کے ذریعہ بتائے گئے ہیں۔ اگر منشور کی عکسی سطح ب ج پر کاغذ جما دیا جائے یا سطح خود غیر شفاف بنا دیجائے تو انعطاف سے خیال نہ بن سکیں گے۔ بعض اوقات منعکس خیال خالی آنکھ کو صاف دکھائی دے سکتے ہیں، لیکن دور بین میں دکھائی نہیں دیتے۔ اس کی وجہ طیف ہیمیا کی مینر کی سطح کا نقص ہے۔ اگر اس کو ٹھیک سطح نہ کیا جائے تو منعکس خیال کی پشسل یا تو اوپر کی طرف چلی جاتی ہے یا نیچے کی طرف یعنی دور بین کی تلی کے بازوؤں سے ٹکرا جاتی ہے، اس کے محور کے متوازی نہیں جاتی۔ ان صورتوں میں خالی آنکھ سے خیال پر نگاہ رکھ کر جب دور بین کو ٹھیک سمت میں پہیرتے ہیں تو اس کا چشمہ آنکھ کے مستوی میں واقع نہیں ہوتا۔ اس لئے مینر کو اس کے مستطح کرنے کے پیچوں کے ذریعہ ٹھیک وضع میں لانا چاہئے تاکہ خالی آنکھ سے منعکس خیالوں کو جب دیکھتے ہیں تو آنکھ دور بین کے چشمہ کے مستوی میں ہو۔ پہر ان پیچوں کو حسب ضرورت مناسب سمتوں میں پہیر کر مینر کی سطح کو اس انداز سے ٹھیک کیا جائے کہ جہری کا خیال منشور کے دونوں پہلوؤں کے انعکاس سے دور بین کے میدان نظر میں اسی جگہ واقع ہو جہاں منشور کے عدم موجودگی میں دور بین کو توازی گر کی سیدہ میں رکھ کر دیکھنے سے نظر آتا ہو۔

تجربہ ۶۲۔ اقل انحراف کے زاویہ کی پیمائش۔

منشور کو طیف پیا کی مینر پر اس طرح رکھو کہ زاویہ (۱) جو ابھی ناپا گیا ہے اس کا انعطافی زاویہ ہو۔ یعنی شکل (۳۹) کی وضع میں رکھو تاکہ نور کی پینسل اس کے پہلو ا ب پر واقع ہو کر بعد انعطاف پہلو ا ج سے خارج ہو اور دور بین میں داخل ہو۔ منشور کو مینر پر رکھتے وقت یہ بات پیش نظر رہنی چاہئے کہ توازی گر سے جس قدر نور بہم پہنچ سکتا ہو دور بین میں داخل ہو۔ اس کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ منشور کا انعطافی کنارہ مینر کے مرکز پر رکھا جائے۔

دور بین کو پھیر کر جس سمت میں لانا چاہئے اس کو معلوم کرنے کے لئے پہلے دور بین کو ایک طرف پھیر کر رکھ دو، پھر ایک آنکھ سے منشور کے پہلو ا ج پر نگاہ دوڑاؤ حتیٰ کہ جھری کا خیال (جو منشور کے انعطاف سے پیدا ہوتا ہے) دکھائی دے۔ ابتداً اس خیال کی تلاش کے لئے جھری کو کشادہ کر دو۔ جب خیال نظر آئے، سر کو حرکت نہ دیکر دور بین کو اس سمت میں پھیر لو۔ اب جب دور بین میں سے دیکھو گے تو میدان نظر میں جھری کا خیال صاف دکھائی دیگا۔

منشور میں سے گزرتی ہوئی، نور کی شعاعیں منحرف ہو گئی ہیں۔ زاویہ انحراف وہ زاویہ حادثہ ہے جو توازی گر اور دور بین کے محوروں کے تقاطع سے بنتا ہے۔ جب منشور میں سے شعاعیں متشاکلاً گزرتی ہیں تو یہ زاویہ اقل ہو جاتا ہے۔ اقل انحراف کی وضع دریافت کرنے کے لئے دور بین میں جھری کے خیال پر نگاہ رکھو اور منشور کی مینر کو ایسی سمت میں پھیرو کہ یہ خیال توازی گر کے محور کی سمت ی ع۔ شکل (۴۰) سے قریب تر ہوتا جائے۔ ممکن ہے کہ دور بین

کو بھی اس سمت میں پھیرنے کی ضرورت پیش آئے تاکہ جہری کا خیال اس کے میدان نظر میں قائم رہے۔ بالآخر منشور کی مینر کے لئے ایک ایسی وضع دستیاب ہوگی کہ جہری کا خیال توازی گر کے محور سے ~~زور زیادہ قریب~~ ہو سکے گا۔ یہ اقل انحراف کی وضع ہوگی۔

اب دور بین کو پھیر کر جہری کے خیال کو اسی کے میدان نظر کے تقریباً بیچ میں لاؤ اور باندھنے کے بیچ کے ذریعہ سے اس کو جکڑ دو۔ پھر جہری کو جس قدر تنگ کر سکتے ہو کرو۔ اور منشور کو اس کے اقل انحراف کی وضع میں سے آہستہ آہستہ کئی بار مخالف سمتوں میں پھرو۔ اس کے بعد دور بین کے اس بیچ کو گردش دو جس سے دور بین کو آہستہ حرکت پہنچتی ہے، یہاں تک کہ جب منشور کو پھرو گے تو اس کی گردش سے جہری کا خیال ایک طرف سے بتدریج حرکت کرتا ہوا اگر صلیبی تاروں کے انتصابی تار سے دوساوی حصوں میں کٹا ہوا نظر آئے اس سے اور زیادہ پھیرنے سے خیال جدھر سے آیا تھا او دھر ہی واپس لوٹ جائیگا۔ پھر حال اس کا خط تنصیف انتصابی تار سے آگے نہ بڑھنے پائے۔ اس حالت میں دائری پیمانہ پر کسر پیمائوں کے ذریعہ دور بین کا محل پڑھ لو۔

اب منشور کو طیف پیمائی مینر پر سے اٹھا لو۔ اور دور بین کو پھیر کر اس کے محور کو توازی گر کے محور کی سیدہ میں لاؤ تاکہ جہری کا خیال بغیر انحراف، راست، صلیبی تاروں پر آجائے۔ اس وضع میں دور بین کو باندھنے کے بیچ سے جکڑ دو اور ماسی بیچ سے آہستہ حرکت دیکر ٹھیک وضع میں لاؤ۔ کسر پیمائوں کے ذریعہ اس کا

محل دائری پیمانہ پر دیکھو۔  
 اس وضع اور اقل انحراف کی وضع میں جو تفاوت ہوگا  
 زاویہ اقل انحراف (ح) ہے۔  
 منشور کے مادے کا انعطاف نما اب اس ضابطہ سے  
 شمار کیا جاسکتا ہے :

$$\text{مر} = \frac{\text{جب } \left(\frac{1}{p} + 1\right)}{\text{جب } \left(\frac{1}{p}\right)} (1)$$

اس طریقہ سے مائع کا انعطاف نما بھی دریافت ہو سکتا  
 ہے۔ اس کے لئے کہو کہلا منشور چاہئے جس کے پہلو  
 صحیح متوازی شیشے کے ہوں۔

### طیوف کے نقشوں کی تیاری

جب طیف خلی ہوتا ہے تو اس کے کسی خط کا محل طیف  
 میں دریافت کرنے کے لئے یا تو اس خط کو دور بین کے  
 صلیبی تاروں پر ماسک پر لاکر دور بین کا محل معلوم کر لیا  
 جاتا ہے، یا ایک پیمانہ کو دور بین کے میدان نظر میں  
 منشور کے دوسرے پہلو سے منعکس کرا کر اس خط کا اس  
 پیمانہ پر محل معلوم کر لیا جاتا ہے۔ ہر دو صورتوں میں منشور  
 قائم رکھا جاتا ہے یعنی اس کو حرکت نہیں دیکھتی۔ بعض  
 الوں میں، جو مستقل انحراف کے طیف پیا کھلاتے ہیں،  
 دور بین غیر متحرک ہوتی ہے، اور منشور کو گردش دیگر طیوف  
 کو یکے بعد دیگرے دور بین کے صلیبی تاروں پر ماسک پر  
 لاتے ہیں۔ منشور کی گردش کے زاویہ سے خط کے

محل کی نشاندہی ہوتی ہے۔  
 اگر منحنی کھینچ کر ان خطوط کے طول موج اور ان کے  
 محلوں میں تعلق بتایا جائے تو ایسا منحنی طیف  
 کا نقشہ یا طیف پیم کا تعمیری منحنی کہلاتا ہے۔ ایسے نقشہ  
 سے کسی خط کا طول موج دریافت ہو سکتا ہے اگر اس کے  
 محل کی تعیین ہو جائے۔

طول موج بالعموم انگسٹروم کی اکائیوں (۱۰<sup>۱۰</sup>) میں  
 یا دسوا میٹروں (۱۰<sup>-۱۰</sup> میٹر یا ۱۰<sup>-۸</sup> سنتی میٹر) میں ناپے  
 جاتے ہیں۔ ان کے علاوہ ایک اور اکائی جو انگسٹروم کی  
 اکائی کے دوچند ہے یعنی میکرو ملی میٹر (۱۰<sup>-۶</sup> میٹر = ۱۰<sup>-۴</sup>  
 سنتی میٹر) مروج ہے۔

### تجزیہ ۶۵۔ طیف کے نقشہ کی تیاری۔ طیف

پیماکو تجربہ (۶۲) کی طرح ترتیب دو اور سوڈیم کے شعاع  
 کو مبداء نور بنا کر منشور کو اقل انحراف کی وضع میں لاؤ جیسا کہ  
 تجربہ (۶۴) میں سمجھایا گیا ہے۔ منشور کو اس وضع میں  
 باندھنے کے پیچ سے جکڑ دو۔

جب ایک علیحدہ توازی کرنلی میں فوٹوگرافک (ضیائنگاری)  
 پیمانہ کو جما کر طیف کے محل کی تعیین کیجاتی ہے تو نلی کو اس  
 طرح رکھنا چاہئے کہ پیمانہ کا (جسپر ایک چھوٹے لمپ سے  
 نور ڈالا جاتا ہے) منشور کے پہلو سے انعکاس ہو کر دوربین کے  
 ماسکی مستوی میں خیال پیدا ہو۔ جب یہ طریقہ استعمال نہیں



ہوتا ہے تو دور بین کے گسر پیمائے کے ذریعہ اس کا محل معلوم کر لیا جائے۔

سوڈیم کا طیفی خط معیاری سمجھا جائے اور دوسرے خطوط کے محل کی تعیین اس کے لحاظ سے ہونی چاہئے۔ کافی طاقت کے طیف پیمائے سوڈیم کا خط جب معائنہ کیا جاتا ہے تو دو، ایک دوسرے سے بالکل قریب باریک خطوں پر مشتمل نظر آتا ہے۔ ان خطوں کو (D) کے خط کہتے ہیں۔

بعض فلزات کے نمکوں کو بنسن کے شعلہ میں پلا طینم کے تار پر پکڑتے ہیں تو نمک خراب ہو کر فلزات کے طیف پیدا ہوتے ہیں۔ شیشہ کی ایک چھوٹی سلاخ یا نچی کے سرے کو گلا کر پلا طینم کا تار اس میں جوڑ دیا جائے اور تار کے سرے کو ہائیڈروکلورک ایسڈ میں ڈبو کر صاف کیا جائے۔ پھر شیشہ کی ڈنڈی کو پکڑ کر تھوڑا سا نمک پلا طینم کے تار کے ذریعہ گیس کے غیر منور شعلہ میں داخل کیا جائے اور طیف پیمائے کے مدد سے طیف کے متعدد خطوط کے محل دریافت کئے جائیں۔ ہر نئے نمک کا تجربہ کرنے سے پہلے تار کو شعلہ سے باہر نکالتے ہی فوراً ایسڈ میں ڈبو کر صاف کر لیا جائے۔ اس کے لئے لیتھیم کلورائیڈ، تھیم کلورائیڈ، پوٹاشیم کلورائیڈ، موزوں نمک ہیں۔ ملاحظہ ہو ضمیمہ کتاب صفحہ (۱۹۲)۔

بنسن کے شعلہ میں پوٹاشیم کا نمک پکڑنے سے دو خط نظر آئینگے، ایک طیف کے سرخ حصہ میں ہوگا اور دوسرا بنفشی کے آخری حصہ میں۔ آخر الذکر کے معائنہ کے لئے دور بین کو بنفشی حصہ کے آخری کنارہ کے قریب پھیر کر لیجانا ہوگا، اور نمک شعلہ میں داخل ہوتے ہی فوراً

مشاہدہ کرنا چاہئے ورنہ یہ خط دکھائی نہ دیگا۔ اس لئے یہاں دو شخصوں کی ضرورت ہوتی ہے، ایک نمک شعلہ میں داخل کرنے کے لئے، دوسرا بغشتی خط کو دوربین میں دیکھنے کے لئے۔ بجائے پوٹاسیم کلورائیڈ کے مشورہ (پوٹاسیم نائٹریٹ) بھی استعمال ہو سکتا ہے۔

سٹرولنٹیم کلورائیڈ ایک تیز آسمانی رنگ کا خط طول موج ۴۶۰۷ انگسٹروم کی اکائی (۱،۱) کا دیتا ہے۔ بیریم اور کیلسیم کے کلورائیڈ متعدد خطوط دیتے ہیں جن کی شناخت قیصری منحنی مینچنے کے بعد ہو سکتی ہے۔ شرارہ کے طیف کا بھی مشاہدہ ہو سکتا ہے جس فلز کا شرارہ کا طیف دیکھنا مقصود ہو اس کی دو چھوٹی سلاخوں کو ایک امالی لچھے کے قطبی تاروں سے باندھ کر سلاخوں سروں میں سے شرارہ کی شکل میں برقی بار کا اخراج عمل میں لایا جائے۔ برقی گنجائش اور امالیت کو بھی دوربین شامل کیا جاسکتا ہے ان سے طیف کے خطوط پر اثر پڑتا ہے۔ برقی گنجائش شامل کرنیکا طریقہ یہ ہے کہ ایک مجوز لائٹن کے مرتبان کے اندرونی اور بیرونی فلزی استروں کو بالترتیب شرارہ کے درز کے سروں سے ملا دیا جائے۔

گیسوں کے طیف، ان کی خلائی نلیوں میں سے (جو دراصل نلیوں کو ان گیسوں سے بہرنے کے بعد اس حد تک خالی کر دی جاتی ہیں کہ انکا دباؤ بہت قلیل ہو جاتا ہے نہ کہ صفر) امالی لچھے کا برقی بار خارج کر کے معائنہ کئے جاسکتے ہیں۔

جذبی طیف کے لئے جہری کو تیز سفید نور سے روشن کر کے جاذب شے کو جہری کے سامنے رکھ دیتے ہیں تاکہ نور کی شعاعیں جہری میں داخل ہونے سے پہلے جاذب شے میں سے گزر

جائیں۔ اس طریقہ سے خون کے رقیق محلول اور کلوروفل (پتوں کے سبز لونی مادہ) کی الفولی محلول کے طیف کا معائنہ کیا جائے۔ ایوڈین کی چند قلموں کو ایک شیشہ کی نلی میں گرم کر کے چھری کے سامنے پکڑنے سے اس کے بخارات اٹھ کر نور کے بعض حصوں کو جذب کر لیتے ہیں، جس سے طیف میں متعدد سیاہ خطوط اور بند نظر آتے ہیں۔ انکا بھی معائنہ کیا جائے اور سیاہ خطوط وغیرہ کے محل معلوم کر لئے جائیں۔

آفتاب کے نور کو آئینہ کے ذریعہ طیف پیما کے توازی کریں منعکس کرو۔ آفتاب کے (اور نیز زریں کے) کرہ ہوائی میں

نور کے جذب ہونے سے فراؤن ہوفر کے جو باریک سیاہ خطوط پیدا ہوتے ہیں، انکا مشاہدہ کرو اور ان میں سے چند

مناسب خطوط کے محل ہی قلمند کرو۔ مربع دار کاغذ پر ایک منحنی کھینچ کر ان کے محل (جو پیمانہ پر پڑھے گئے ہیں) اور انکے طول موج میں تعلق بتاؤ۔ یہ طیف پیما کے منشور کا

اوراجی منحنی (یعنی انٹر پولیشن کا منحنی) کہلاتا ہے۔

اس کے ذریعہ منور خطوط اور جذبی بندوں کے حدود وغیرہ کے طول موج کی تعیین ہو سکتی ہے۔

# آٹھواں باب

ضیا پیمائی

فصل (۱)۔ عام اصول

طبیعیات کا وہ شعبہ جو کسی مبداء نور کے نور دینے کی طاقت یا حدت تنویر کی تخمین سے متعلق ہے ضیا پیمائی کہلاتا ہے۔ عام طور پر طاقت تنویر کی اکائی بتی طاقت مروج ہے۔ اور کسی مبداء کی حدت تنویر کا جب شمار ہوتا ہے تو یہ بتایا جاتا ہے کہ وہ کتنی معیاری بتیوں کے مساوی ہے، یعنی ایسی کتنی بتیاں اس کے مساوی مقدار میں نور دے سکتی ہیں۔

معیاری بتی چمچی کی چربی سے بنائی جاتی ہے، اس کا قطر ۱/۲ انچ ہوتا ہے، وزن پونڈ کا چھٹا حصہ اور جلیانے کی شرح ۱۳۰ گرین فی ساعت۔ علمی نقطہ نظر سے یہ معیار ناقص ہے، اس لئے دوسرے معیاری مبداء مثلاً پنٹین کا چراغ استعمال کئے جاتے ہیں۔ سہل ترین معیار شاید کہ منور تار کا برقی چراغ ہے جو کسی معین اور مستقل تفاوت قوہ یا اولٹ پر روشنی دیتا ہے۔ پنٹین کے چراغ کی طاقت

تنویر کے دسویں حصہ کو بین الاقوامی بتی طاقت کہتے ہیں۔ کسی سطح کی حدت تنویر (یا محققاً محض تنویر) ناپنے کی اکائی 'لکس' کہلاتی ہے۔ اکائی حدت کے نقطہ ای مبداء نور سے جب ایک میٹر دور سطح پر عمودی تنویر ہوتی ہے تو اس کو ایک لکس تصور کرتے ہیں۔

برطانیہ میں حدت تنویر کی اکائی ایک 'فٹ بتی' مستعمل ہے جو ایک معیاری بتی سے ایک فٹ دور کی سطح پر عمودی تنویر ہے۔

ضیا پیمائی کی اصطلاح میں 'نوری نفاذ' سے مراد وہ نور ہے جس کا کافی اکائی وقت (ایک ثانیہ) مبداء نور سے نفاذ وقوع میں آتا ہے۔ نور کے نفاذ کی اکائی 'لوہ نفاذ' ہے جو فی اکائی زاویہ جسم اکائی حدت کے مبداء سے وقوع میں آتا ہے۔ اس کو اصطلاح میں ایک 'لومن' کہتے ہیں۔

ہماری آنکھ اس قابل نہیں ہے کہ حدت تنویر کی رات (یعنی محض مبداءوں کو دیکھ کر) ذرا ہی صحیح تخمینہ کر سکے۔ اس واسطے کہ پردہ عنبیہ کا قطر حدت نور کے لحاظ سے تبدیل ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ اور بھی اسباب ہیں جو زیادہ تر فزیا لوجی اور سائنس کا کوجی سے متعلق ہیں۔ پس حدت تنویر کی تخمینہ کے لئے طبیعی آلون سے مدد لینے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس قسم کا اگر 'ضیا پیمیا' کہلاتا ہے۔

ضیا پیمیا کا استعمال اس پر مبنی ہے کہ اس کو ترتیب دیکر  
دو سطحوں پر مساوی حدت تنویر پیدا کیجائے۔ چونکہ  
حدت کی مساوات کا امتحان کیا جاتا ہے اس لئے اسبارہ  
میں آنکھ کی رائے قابل اعتماد ہو سکتی ہے۔ ایک ہی رنگ  
کے اگر نور ہوں تو مشق کرنے سے اس حد تک مہارت ہو سکتی  
ہے کہ ۵۰ فی صد تک صحیح نتائج برآمد ہو سکتے ہیں۔ لیکن  
اگر مختلف رنگ کے نور کا مقابلہ کیا جاتا ہے تو اس درجہ  
صحت کی توقع نہیں کیجاسکتی۔ ایسی صورت میں آنکھوں کو  
ادھا بند کر کے دونوں سطحوں کی تنویروں کا مقابلہ کرنا  
بہت زیادہ سہل معلوم ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ کسی سطح کی  
حدت تنویر معائنہ کرنے کے بعد ایک ثانیہ کی قلیل مدت  
تک بھی اس کا صحیح اندازہ یا درکہنا ممکن نہیں ہے، اسلئے  
جن دو سطحوں کی حدت تنویر کا مقابلہ کیا جاتا ہے ان کو ایک  
ساتھ وقت واحد میں دیکھنا ضروری ہے۔ یا نہیں تو ٹمٹھا ہٹ  
والے ضیا پیمیا کی طرح ان کو یکے بعد دیگرے جلد جلد باری  
باری سے بدل کر دیکھنا چاہئے۔ ایک اور دقت یہ ہے کہ  
جب ایسی دو سطحوں کے مابین ایک جداگانہ حدت تنویر کی  
پٹی حائل ہوتی ہے تو تخمین کی صحت بہت کم ہوتی ہے لہذا  
دونوں سطحیں ایک دوسرے سے بالکل متصل ہونی چاہئیں اور  
ان پر ایک ہی وقت تنویر ہونی چاہئے۔  
چھوٹے قد کے مبداء سے جب کسی سطح پر روشنی پڑتی  
ہے تو اس کی حدت تنویر مبداء سے اس کے فاصلہ کے  
مرجع کے بالعکس بدلتی ہے۔ پس اگر بتی طاقت (ط) کا

ایک مبداء کسی سطح سے فاصلہ (ف) پر واقع ہے تو سطح کی حدت تنویر کی پیمائش  $\frac{\text{ط}}{\text{ف}}$  سے ہوگی۔

پس اگر کسی سطح کے دو حصوں کی حدت تنویر ط<sub>۱</sub> اور ط<sub>۲</sub> بتی طاقت کے مبداء سے بالترتیب ف<sub>۱</sub> اور ف<sub>۲</sub> سنتی میٹر فاصلوں پر مساوی ہوتی ہے تو

$$\frac{\text{ط}_1}{\text{ف}_1} = \frac{\text{ط}_2}{\text{ف}_2}$$

اگر (ط<sub>۱</sub>) معلوم ہو اور (ف<sub>۱</sub>) اور (ف<sub>۲</sub>) کی پیمائش کیجائے تو بتی طاقت (ط<sub>۲</sub>) شمار کر لی جاسکتی ہے کیونکہ

$$\text{ط}_1 = \text{ط}_2 \left( \frac{\text{ف}_1}{\text{ف}_2} \right)^2$$

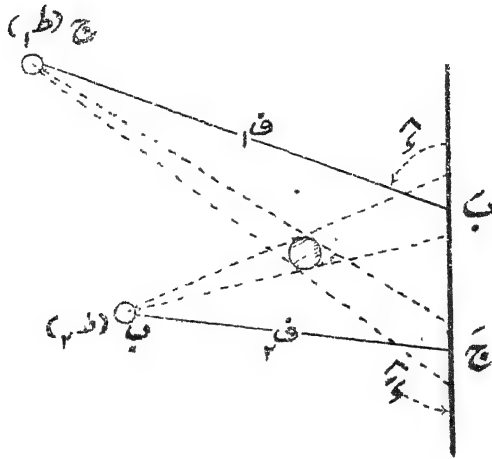
فصل (۱)۔ ضیا پیمائی تجربے

رمفورڈ کا (یا ٹگلی) ضیا پیمہ۔

اس آلہ کا اصول یہ ہے کہ ایک سفید غیر مجلا کاغذ

کے تاوکو دونوں مبداء نور کے سامنے رکھ کر کاغذ کو اسی طرف سے دیکھتے ہیں جدھر مبداء واقع ہیں یا ایک نیم شفاف پردہ کے ایک جانب دونوں مبداء نور رکھے جاتے ہیں اور اس کے مخالف جانب سے معائنہ کیا جاتا ہے۔ دونوں صورتوں میں منور سطح کے ایک حصہ کو صرف ایک مبداء سے نور پہنچتا ہے اور دوسرے سے نہیں، اسی طرح دوسرے حصہ کو دوسرے مبداء ہی سے نور پہنچتا ہے پہلے مبداء سے نہیں پہنچتا۔ اس

غرض سے سطح کے سامنے ایک غیر مجلا سلاح ایسی جگہ کھڑی کر دی جاتی ہے کہ اس کا ایک مبداء کی روشنی میں جو سایہ پیدا ہوتا ہے، پردہ پر دوسرے مبداء کی روشنی کے سایہ کے بازو واقع ہو یہ واقعہ ساٹے ایک دوسرے کے



شکل ۱۵

رمفورڈ کا ضیا پیما -

متصل ہونے چاہئیں نہ کہ باہم دیگر متراکب، اور نہ اتنا دور بیٹے ہوئے کہ ان کے مابین سطح کے کچھ حصہ کو دونوں مبداءوں سے نور پہنچتا ہو۔ شکل (۱۵) میں ساٹے محض صراحت کی غرض سے ہٹا کر بتائے گئے ہیں۔

ایک مبداء سے سلاح کا سایہ دوسرے مبداء کے نور سے منور ہوتا ہے، اور جب ساٹے مساوی گہرے ہوتے ہیں تو سطح پر دونوں مبداءوں کی حدت تنویر بھی مساوی ہوتی ہے۔

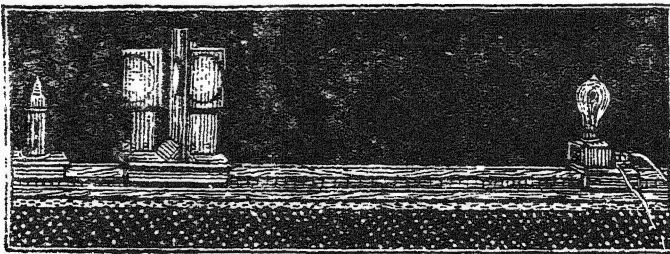
تجربہ ۶۶۔ رمفورڈ کا ضیا پیما - اندھیرے



کمرہ میں ایک سلاخ کو انتصابی وضع میں ضیا پیما کے پردہ کے سامنے کھڑا کر دو۔ ایک گیس کے چراغ (یا برقی چراغ) کی طاقت تنویر کا موم بتی کی طاقت سے مقابلہ کرو۔ پہلے موم بتی کو پردہ سے کسی قدر قریب رکھو اور دوسرے مبداء کے لئے (بعد آزمائش) ایسا مقام دریافت کرو کہ پردہ پر دونوں سائے ایک دوسرے سے متصل اور مساوی سیاہی کے نظر آئیں۔ اس کا بھی لحاظ رہے کہ مبداءوں کو سلاخ سے ملانے والے خطوط کا میلان پردہ پر مساوی ہو۔ یعنی شکل (۵۱) میں زاویے (د) اور (ب) قریب قریب مساوی ہوں۔ پھر مبداءوں سے پردہ تک کے فاصلے (ف) فاصلہ ناپ لو اور چراغ کی بتی کی طاقت شمار کرو۔ یہی تجربہ موم بتی (اور چراغ) کا فاصلہ پردہ سے تبدیل کر کے کئی مرتبہ دوہراؤ اور نتائج کا اوسط نکالو۔

### بنسن کا (یا داغدار) ضیا پیما۔

اس آلہ کا اصول یہ ہے کہ کاغذ کے ایک سفید غیر مجلا پردہ کا کچھ حصہ صاف اور سفید برافینی موم پگھلا کر ڈالنے سے نیم شفاف بنا دیا جاتا ہے۔ اس کے ایک جانب معیاری مبداء



شکل (۵۲)۔ بنسن کا ضیا پیما۔

نور سے روشنی پہنچتی ہے اور دوسرے جانب ایک دوسرے  
 سبب سے جس کی طاقت تنویر ناپی جا رہی ہو۔  
 [تنبیہ منجانب موکفان کتاب - شیپورڈ کی فوٹو کمسٹری میں  
 داغدار ضیا پیمانے کے لئے یہ طریقہ بتایا گیا ہے :- ایک  
 اچھے متجانس کاغذ کے ٹکڑے کو تہائی پر رکھ کر یکساں حرارت  
 پہنچائی جائے۔ کچھ سیٹرین کو پگھلا کر ایک باریک برش  
 اس میں ڈبوایا جائے۔ اور برش سے فوراً اس کاغذ کے  
 بیچ میں ایک چھوٹا حلقہ بنایا جائے۔ جب حلقہ ٹھنڈا  
 ہو جائے گا اس کے حدود کے اندر چربی یا موم سے آزاد  
 ایک حصہ بیچ رہیگا۔ اس کو پگھلے ہوئے براؤن سے بہر کر  
 خوب دبایا جائے تاکہ براؤن کاغذ میں اچھی طرح سرایت کر  
 جائے۔ قبل ازیں جو حلقہ بنایا گیا اس سے براؤن کے داغ  
 کے حدود کی تصریح ہو جاتی ہے۔]

اب فرض کر لیا جاتا ہے کہ پردہ کا غیر مجلہ حصہ واقع نور کو  
 بالکل منعکس کرتا ہے، اور نیم شفاف حصہ صرف اسکی  
 ایک معین کسر (مثلاً  $\frac{1}{2}$ ) کو منعکس کرتا ہے اور باقی کو  
 اپنے میں سے پار گزر جانے دیتا ہے۔ اگر پردہ کے ایک جانب  
 تنویر کی حد  $\frac{1}{2}$  (ف)  $\frac{1}{2}$  ط ہے اور دوسرے جانب  $\frac{1}{2}$  (ف)  $\frac{1}{2}$  ط  
 تو پردہ کے داغدار حصہ کی روشنی اس کے باقی حصہ  
 کے روشنی کے مساوی ہوگی، جبکہ

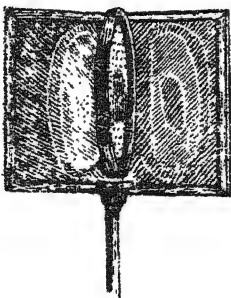
$$\frac{1}{2} (ف) \frac{1}{2} ط = \frac{1}{2} (ف) \frac{1}{2} ط + (1 - \frac{1}{2}) (ف) \frac{1}{2} ط$$

یعنی جبکہ  $\frac{\text{ط} (ا)}{\text{ف} (ا)} = \frac{\text{ط} (ب)}{\text{ف} (ب)}$

اس سرسری تحقیق کے بموجب براہین کا داغ پردہ کے کسی جانب سے ہی دیکھا جائے تو نظر سے غائب ہو جانا چاہئے۔ لیکن یہ یاد رہے کہ نیم شفاف داغ میں سے نور کا کچھ حصہ جذب ہو جاتا ہے۔ پس اگرچہ ممکن ہے کہ ایک جانب سے دیکھنے میں داغ اور پردہ کی باقی سطح میں تقریباً کوئی امتیاز نہ رہے دوسرے جانب سے ضرور کچھ فرق نظر آئیگا۔

اس لئے عملاً مبداؤں کے فاصلوں کو اس طرح ٹھیک کیا جاتا ہے کہ دونوں جانب سے پردہ کا داغ اس کے باقی حصہ کی بہ نسبت مساوی کم روشن نظر آتا ہے۔

پردہ کے دونوں جانب ۶۰° کے میلان سے دو مستوی آئینے لگا دیئے جاتے ہیں تاکہ وقت واحد میں پردہ کی دونوں سطحوں دیکھی جاسکیں۔



شکل ۷۳

بنسن کے ضیا پیماسرا

چونکہ یہ معلوم کرنے میں کہ بقدر دقت پیش آتی ہے کہ داغ پردہ کے باقی حصہ کی بہ نسبت کب مساوی درجہ کم روشن ہوتا ہے ایک دوسرے طریقہ عمل بھی ممکن ہے۔ غیر معلوم طاقت کا مبدا و پردہ

سے ایسے فاصلہ پر ترتیب دیا جائے

کہ معیاری مبدا کی طرف سے دیکھنے سے داغ اور پردہ

کے باقی حصہ میں تقریباً کچھ ہی فرق نہ پایا جائے۔ یہہ فاصلہ ف<sub>۱</sub> ناپ لیا جائے۔ پھر اُسی مبداء کو ایسے فاصلہ پر ترتیب دیا جائے کہ اس کی طرف سے دیکھنے سے داغ اور باقی پردہ میں فرق نہ پایا جائے۔ دوران تجربہ معیاری مبداء اور پردہ دونوں اپنے مقاموں سے ہٹائے نہ جائیں یعنی ف<sub>۱</sub> مستقل رکھا جائے۔ اگر غیر معلوم مبداء کا فاصلہ پردہ سے اب ف<sub>۲</sub> ہو تو اس کی طاقت تنویر ط<sub>۱</sub> اس مساوات سے شمار کیجا سکتی ہے۔

$$\frac{(ف_۱)^۲ + (ف_۲)^۲}{۲(ف_۲)^۲} ط_۱ = ط_۲$$

یہہ طریقہ پہلے طریقہ سے نسبتاً آسان ہے۔

تجربہ ۶۷۔ بشن کا ضیا پیما۔ اس آلہ سے ایک

برقی چراغ کی طاقت تنویر کا ایک موم بتی سے مقابلہ کیا جائے اور پھر اُسی موم بتی سے ایک گیس کے شعلہ کا مقابلہ کیا جائے۔ نتائج کی صحت معلوم کرنے کے لئے گیس کے شعلہ کا راست برقی چراغ سے مقابلہ کیا جائے۔

اگر ممکن ہو تو ایک ایسی ٹیکن استعمال کرو جس پر تین موم بتیاں ایک دوسرے سے قریب جمائی جاسکیں۔ اور ایک دو اور پھر تین موم بتیوں کا باہم دیگر مقابلہ کر کے اس تجربہ میں فیصدی کیا خطا ممکن ہے دریافت کیجائے۔

## جولی کا ضیا پیم

تقریباً  $5 \times 2 \times$  اسم کے 'براہین کے دو مستطیل کندوں کے سب سے بڑے پہلو کا کتہل کی پتلی پرت پیچ میں رکھ کر ملا دئے جاتے ہیں۔ اور ان کے دونوں بازو نور کا ایک ایک مبداء (جنکا مقابلہ مقصود ہو) رکھا جاتا ہے۔

اس سے ایک

کندے کو ایک

مبداء سے نور

پہنچتا ہے اور دوسرے

کو دوسرے مبداء

سے۔ مشاہدہ

کرنی والا ان کندوں

کو ایک بازو سے

معائنہ کرتا ہے

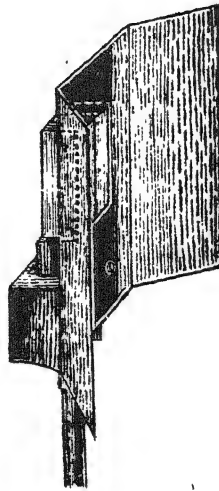
(شکل ۵۴)۔

اور جس ٹیکن

پر وہ رکھے جاتے

ہیں اس کو

حب ضرورت



شکل ۵۴۔

جولی کا براہینی موم والا ضیا پیم

پٹا گران کے لئے ایسا مقام دریافت کر لیتا ہے کہ کتہل کا ورق جن پہلوؤں کے درمیان حائل ہے دو نول مساوی روشن نظر آتے ہیں۔ مشاہدہ کے وقت ضرور ہوگا مبداءوں سے راست آئینوالی شعاعیں مناسب پردوں کے ذریعہ روک دی جائیں۔

تجربہ ۶۸۔ جولی کا ضیا پیمہ۔ ضیا پیمہ کو ایک

لبے مناظری تختہ پر جماؤ اور اس کے ذریعہ ایک روشن گینسی لمپ کی جی طاقت کا ایک برقی لمپ کی طاقت سے مقابلہ کرو۔ ایک لمپ کو مختلف مقاموں پر رکھ کر دوسرے لمپ کے مقام بالترتیب ٹھیک کئے جائیں اور ان کے نتائج سے تنویری طاقتوں کی اوسط نسبت نکالی جائے۔ ان پیمائشوں میں فیصد کیا خطا ممکن ہے اس کی بھی تخمین ہو۔

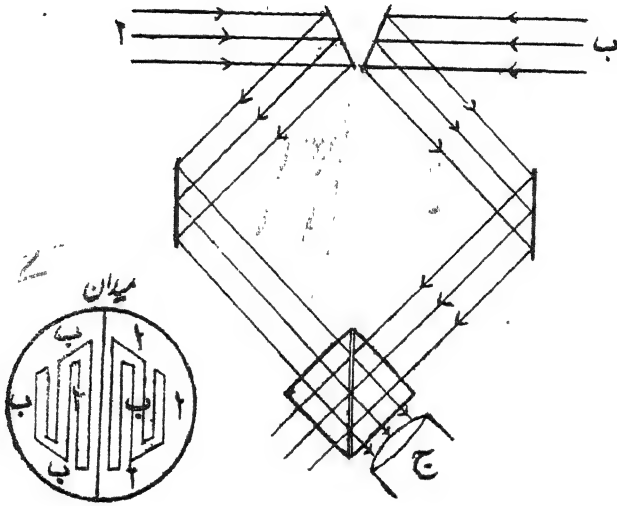
لمر۔ بروڈ ہوں کا ضیا پیمہ۔

شوان کے منشوری ضیا پیمہ (۱۸۵۹) اور اس ضیا پیمہ کے اہم اجزاء تقریباً ایک ہی ہیں۔ جن مبداءوں کی طاقتوں کا مقابلہ کیا جاتا ہے دو آئینوں پر اسے  $22\frac{1}{2}^\circ$  میلان سے نور کی پنسلیں ٹھکراتی ہیں۔

خود آئینوں کا زاویہ میلان  $45^\circ$  ہے۔ پنسلیں ان مائل آئینوں سے ٹکرانے کے بعد دو اور آئینوں سے منعکس ہوتی ہیں اور شیشہ کے ایک کندے میں داخل ہوتی ہیں، جو دو قائم الزاویہ منشوروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ منشوروں کے وتر کے وسطی حصے کناڈا بلسان سے جوڑ دیئے جاتے ہیں، لیکن حاشیوں پر ہوا کی جھلی حائل ہوتی ہے (ملاحظہ شکل ۵۵)۔

تجربہ کرنے والا ایک منشور کے قاعدہ کو دو رہین (ج) میں سے دیکھتا ہے۔ مبداء (۲) کا نور بلسان میں سے مرآت کرتا ہے لیکن ہوائی جھلی سے بالکل منعکس ہو جاتا ہے۔

مبدأ (ب) کا نور بھی ہوانی جہتی سے بالکل منعکس ہوتا ہے، لیکن بعد انعکاس دور بین میں (۱) سے آئینوالے نور کے متوازی داخل ہو جاتا ہے۔ پس دور بین میں نور کی ایک



شکل ۵۵

مگر۔ بروڈ ہون کا ضیاء پیا

مرکب پنسل داخل ہوتی ہے جس کے حاشیہ میں صرف (ب) کی شعاعیں ہوتی ہیں اور وسطی حصہ میں صرف (۱) کی شعاعیں وضاحت کی غرض سے میدان کا نقشہ کیقدر پرتکلف بنایا جاتا ہے۔

دونوں منشوروں کے انعطاف نما کے مساوی انعطاف نما کا بلسان استعمال کرنے سے جوڑ کے پاس نور کا انعکاس

نہیں ہوتا ہے اور جو روشنی منتقل ہوتی ہے جذب ہونے نہیں پاتی، اس لئے بنسن کے ضیا پیمیا میں جو دقت پیش آتی ہے یہاں اس کا ارتفاع ہو جاتا ہے۔ لہذا اس آلہ کے ذریعہ نہایت باریکی کے ساتھ ضیا پیمائی ممکن ہے۔ چنانچہ ضیا پیمائی معلوموں میں اس کو بکثرت استعمال کرتے ہیں۔

تجربہ ۶۹۔ لمبروڈ ہوں کا ضیا پیمیا۔ اس ضیا

پیمیا کو مناظری تختہ پر ترتیب دو اور اس کے ذریعہ ایک آگس کے شعلہ اور برقی قنديل کی بتی طاقت دریافت کرو۔ نتیجہ کی تفتیح کے لئے دونوں مبداءوں کا راست مقابلہ کرو۔ اور ان پیمائشوں میں فیصد کیا خطا ممکن ہے اس کی بھی تخمین کرو۔

### فصل (۳) تنویر کی پیمائش

کسی سطح کی تنویر ناپنے کے لئے تنویری ضیا پیمیا استعمال ہو سکتا ہے۔ یہہ اگر ایک مقام سے دوسرے مقام پر باسانی منتقل ہو سکتا ہے۔ اس میں ایک پردہ ہوتا ہے جس کو ایسی جگہ رکھہ سکتے ہیں جہاں کی تنویر ناپی جاتی ہے۔ اس کے متصل کی ایک سطح کو ایک معیاری مبداء نور سے منور کر کے دونوں سطحوں کو ایک ساتھ معائنہ کرتے ہیں۔ معیاری مبداء عموماً ایک برقی قنديل ہوتی ہے جو ذخیرہ خانہ کی روش سے روشن کی جاتی ہے۔ اس دوسری سطح کی تنویر کو حسب ضرورت متعدد طریقوں سے تبدیل کر کے



(مثلاً اس کی وضع ترجیحی کر کے) پہلی سطح کی تنویر کے  
ساوی بناتے ہیں۔ اور پیمانہ پر تنویر کا اندازہ کر لیا  
جاتا ہے۔ ایسے آلہ کے پیمانہ کی پہلے سے تعبیر کر لی جاتی  
ہے۔



## روشنی پر مزید مشقیں

(۱) جب دو متوازی آئینوں کے بیچ میں ایک الپن چبھوایا جاتا ہے تو متعدد خیال نظر آتے ہیں۔ جن شعاعوں کے ذریعہ ایک آئینہ میں تیسرا خیال دکھائی دیتا ہے، شکل کہینچ کر اُنکا راستہ بتاؤ۔

(۲) دو مستوی آئینوں کو  $۷۲^\circ$  درجہ پر مائل رکھو اور ان کے زاویہ میلان میں ایک الپن کھڑا کر کے اُس کے خیالوں کے محل دریافت کرو۔

(۳) ایک منحنی کہینچو جس سے ایک متوازی پہلوں کی تختی میں سے ٹیڑھی گزرنے والی شعاع کے جانبی انتقال کا تعلق شعاع کے زاویہ وقوع کے ساتھ معلوم ہو سکے۔

(۴) شیشہ کا ایک مکعب حوض پانی سے بھر دیا جاتا ہے اور اس کے اندر انتصابی وضع میں ایک الپن کھڑا کر دیا جاتا ہے۔ حوض کے ایک پہلو میں منعطف ہونے والی شعاعوں کا آتشی منحنی کہینچو۔

(۵) اسطوانی شکل کے آئینہ سے شعاعوں کے انعکاس سے جو آتشی منحنی پیدا ہوتا ہے اُس کی شکل کہینچو۔ ایک الپن کو شخص قرار دو اور دو اور الپنوں کے ذریعہ منعکس شعاعوں کی سمتیں دریافت کرو۔ یہ عمل محذب اور مقعر دونوں قسم کے آئینوں کے ساتھ کیا جائے۔

[نوٹ۔ نصف مقعر اسطوانہ نقشہ کشی کے کاغذ پر کھڑا کیا جائے اور آئینہ کے قطب کے ٹھیک مقابل اسطوانہ کی دائری تراشش کے محیط پر ایک الپن بطور شخص استادہ

کیا جائے اور دوسرے دو الپنوں کے ذریعہ آتشی  
منحنی کی شکل دریافت کی جائے۔ جب شخص لاتناہی دور ہو  
یا بالفاظ دیگر شعاعیں قطب اور مرکز کو ملانے والے خط  
کے متوازی ہوں تو منحنی کی کیا شکل ہوگی معلوم کرو۔

[ مترجم ]  
(۶) ایک اسطوانی شکل کے گلاس میں پانی بھر کر ہوا میں  
منعطف ہونے والی شعاعوں کا آتشی منحنی بتاؤ۔ بطور  
شخص گلاس میں ایک الپن کھڑا کر دیا جائے اور دو اور  
الپنوں کے ذریعہ منعطف شعاعوں کی سمتیں دریافت  
کی جائیں۔

(۷) اسطوانی عدسہ میں سے متوازی شعاعوں کا انعطاف  
ہو کر جو آتشی خط بنتا ہے اس کی شکل دریافت کرو۔  
(اگر اسطوانی عدسہ نہ مل سکے تو مناظری قندیل کے عدسہ  
مکشک کا نصف استعمال کیا جاسکتا ہے)۔

(۸) پانی کے اسطوانی گلاس میں ایک الپن انتصابی  
وضع میں کھڑا کیا جاتا ہے۔ الپن سے نکل کر ہوا میں خارج  
ہونے والی شعاعوں کے راستے معلوم کرو۔ الپن کے قریب  
ترین مقام پر اگر آنکھ رکھی جائے تو اس کو الپن کا خیال  
کہاں دکھائی دے گا دریافت کرو۔

(۹) ایک محدب عدسہ میں سے متوازی شعاعوں کے  
گزرنے کا راستہ دریافت کرو اور اس سے اس کا  
ماسکی طول اخذ کرو۔

(۱۰) ایک مقعر عدسہ میں سے متوازی شعاعوں کے  
گزرنے کا راستہ بتاؤ اور اس سے اس کا ماسکی طول  
نکالو۔

(۱۱) دئے ہوئے محدب عدسہ کا تین مختلف طریقوں سے ماسکی طول دریافت کرو۔

(۱۲) دئے ہوئے محدب عدسہ کو اس طرح رکھ کر پردہ پر شخص کا قد میں سے چند خیال تیار ہو۔ پھر شخص سے پردہ تک کا فاصلہ ناپو، اور عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔

(۱۳) الینوں اور طریقہ اختلاف منظر کے ذریعہ تجربہ کر کے ایک منحنی کہنچو جو دئے ہوئے محدب عدسہ سے خیال اور شخص کے فاصلوں کا باہمی تعلق بتائے۔

(۱۴) دئے ہوئے محدب عدسہ سے شخص کا جو خیال بنتا ہے اس میں اور شخص میں اقل فاصلہ کیا ہو سکتا ہے معلوم کرو۔ اور اس سے عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔

(۱۵) دیا ہوا عدسہ ایک پردہ سے ۴۰ سم دور قائم کر دیا جاتا ہے۔ دریافت کرو عدسہ سے کس فاصلہ پر شخص رکھا جائے تاکہ پردہ پر اس کا ممتاز الحدود خیال پیدا ہو۔ خیال کی خطی تکمیل بھی دریافت کرو۔

(۱۶) ایک گہڑی شیشہ میں دیا ہوا مائع بہرنے سے جو عدسہ بنتا ہے اس کا ماسکی طول دریافت کرو۔

(۱۷) دئے ہوئے دو محدب عدسوں کو اس طرح ترتیب دو کہ پہلے عدسہ میں سے متوازی شعاعیں گزر کر دوسرے عدسہ کے اصلی ماسک پر مکرر جمع ہو جائیں۔

(۱۸) دئے ہوئے دو عدسوں کے مجموعہ کا ماسکی طول ناپو جبکہ (۱) عدسے ایک دوسرے سے متصل

ہوں، (ب) ان میں دو سنٹی میٹر فاصلہ ہو۔

(۱۹) دئے ہوئے ششدر عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر

اختنا کی تعیین کرو۔

(۲۰) دیئے ہوئے محدب عدسہ کی سطحوں کے نصف

قطر اختنا کی تعیین کرو۔

(۲۱) ایک محدب عدسہ کو ترتیب دیکر پردہ پر حقیقی

خیال تیار کرو۔ عدسہ اور پردہ کے بیچ میں ایک مقعر

عدسہ کو ایسی جگہ رکھو کہ جب ایک مستوی آئینہ اس

کے پیچھے انتصابی وضع میں کھڑا کیا جاتا ہے تو خیال شخص

سے منطبق ہو جائے۔ اس سے مقعر عدسہ کا ماسکی طول

نکالو۔

(۲۲) ایک مقعر آئینہ کا مرکز اختنا دریافت کرو۔ آئینہ

اور اس کے مرکز اختنا کے درمیان ایک عدسہ کھڑا کرو۔

اور ایک الپن کے لئے ایسا محل تلاش کرو کہ وہ اپنے

خیال کے ساتھ جو عدسہ میں سے شعاعیں گزر کر آئینہ سے

منعکس ہونے سے پیدا ہوتا ہے، منطبق ہو جائے۔ اس سے

عدسہ کا ماسکی طول نکالو۔ کس صورت میں یہہ طریقہ

نا کامیاب ہوگا؟ آیا یہہ طریقہ محدب عدسہ کے ساتھ

بھی ممکن ہے؟

(۲۳) جھری منشور اور عدسوں کو ترتیب دیکر پردہ پر

ایک خالص طیف تیار کرو۔

(۲۴) طیف پیمائی مینز پر ایک منشور کو اقل انحراف

کی وضع میں ترتیب دو۔ منشور کے پچھلے پچھلے سے منعکس

شعاعوں کی سمت دریافت کر کے اس پر نور کے

وقوع کا زاویہ کیا ہوتا ہے ناپ لو۔

(۲۵) ایک متغنی کھینچ کر دیئے ہوئے منشور میں زاویہ

انحراف اور زاویہ وقوع کی تبدیلی کا تعلق بتاؤ۔

(۲۶) دوز بین کو ایک وضع میں قائم رکھ کر،

طیف پیمائے منشور کی میز کو پھیر کر منشور کا زاویہ ناپو۔  
پہلے منشور کے ایک پہلو سے نور کو منعکس کرا کر جہری کا  
خیال معائنہ کیا جائے اور پھر دوسرے پہلو سے  
منعکس کرا کر۔ (واضح ہو کہ ان دو وضعوں میں جو زاویہ ناپا  
جائے گا منشور کے زاویہ کا تکمیلی زاویہ ہوگا۔)

(۲۷) چھوٹے زاویہ کا ایک کھوکھلا منشور لیکر طیف  
پیمائے ذریعہ سے دو مائٹوں کے انعطاف نماؤں کی نسبت  
دریافت کرو۔

(۲۸) کیلیم، سٹروٹیم اور بیریم کے شعلوں کے طیف  
کا نقشہ تیار کیا جائے۔



## ضمیمہ

سوڈیم کے نور کیلئے مختلف اشیاء کے انعطاف نما

اشیاء (بصاحت پیش)      انعطاف نما (در)

پانی (۵۷۷۱° مئی)      ۱۵۳۳۳۲

القول (۵۷۰۱° م)      ۱۵۳۶۳۵

انیلین (۵۷۰۲° م)      ۱۵۵۸۶۳

بنزین (۵۷۱۲° م)      ۱۵۵۰۰۴

کاربن ڈائی سلفائیڈ (۵۷۰۲° م)      ۱۵۶۲۷۶

بروم فطیس (۵۷۰۲° م)      ۱۵۶۵۸۲

کراون شیشہ (معمولی)      ۱۵۵۳

= سنگین      ۱۵۶۱

فلٹ شیشہ (معمولی)      ۱۵۶۵

= سنگین      ۱۵۷۴

بلور (معمولی شعا)      ۱۵۵۴۴۲

= (غیر معمولی شعا)      ۱۵۵۵۳۳

## طول موج

طول موج عموماً انگریزوں والی اکائیوں میں ناپے جاتے ہیں (۱۱)۔ ان کو دسوا میٹر (۱۰) ہی کہتے ہیں۔ بعض اوقات ان اکائیوں سے دس چھتر ہڈی اکائیوں کے ذریعہ ہی ان کی پیمائش ہوتی ہے۔ اس اکائی کو میکرو ملی میٹر (م.م) کہتے ہیں۔

## شمسی طیف

|      |                |             |
|------|----------------|-------------|
| ۷۰۰۰ | A              | کرہ ہوائی   |
| ۶۵۶۷ | B              | "           |
| ۶۵۶۲ | C              | ہیڈروجن (a) |
| ۵۸۹۵ | D <sub>1</sub> | سوڈیم       |
| ۵۸۸۹ | D <sub>2</sub> | "           |
| ۵۲۶۹ | E              | کیلیم       |
| ۵۱۸۴ | B <sub>1</sub> | مگنیشیم     |
| ۴۸۶۱ | F              | ہیڈروجن     |
| ۴۳۰۷ | G              | لوہا        |
| ۴۱۰۲ | L              | ہیڈروجن (b) |
| ۳۹۶۷ | H              | کیلیم       |
| ۳۹۳۴ | K              | "           |



## فلزات کے شعلوں کے طیفوف

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ۷۸۶۵             | پوٹسیم (سرخ)      |
| ۶۷۰۵             | لیتیم (سرخ)       |
| ۶۱۰۳             | = (نارجی)         |
| ۵۸۹۵             | سوڈیم (زرد)       |
| ۵۸۸۹             | = (==)            |
| ۵۷۹۰ }<br>۵۷۶۹ } | پارا (زرد)        |
| ۵۲۶۱             | = (سبز)           |
| ۵۳۲۸             | تھیم (سبز)        |
| ۴۶۰۷             | سٹرونشیم (آسمانی) |
| ۴۳۵۹             | پارا (بنفشی)      |
| ۴۲۲۶             | کیلسیم (بنفشی)    |
| ۴۰۸۰             | پوٹسیم (بنفشی)    |

## تنبیہ منجانب مترجم -

آخری صفحہ پر نور کے طول موج کی جو فہرست دی گئی ہے "ایلن اینڈ موئر" کی علمی طبیعیات کی کتاب سے نقل کی گئی ہے۔ اس میں طول موج کی قیمتیں عموماً تقریبی ہیں۔ لیکن معمولی طیف پیمائی کے لئے کافی صحیح ہیں۔ اگر طیف پیمائی کی تعبیر کے لئے صفحہ (۱۹۲) کے خطوط سے بھتر خطوط کا انتخاب مقصود ہو تو پروفیسر کوٹی کی ہدایات کے بموجب ملاحظہ ہوں پروسیدہ نگر آف دی رائل سوسائٹی ۱۷، ۲۵ (۱۹۰۲) ہیلیم اور ہیڈروجن کی خلائی نلی میں پارے کا بخار شریک کیا جائے۔ اس سے پارے کے طیف کے بعض خطوط تیز ہو جاتے ہیں۔ ذیل میں اس طیف کے خطوط کے طول موج درج کئے جاتے ہیں :-

|         |        |         |                     |
|---------|--------|---------|---------------------|
| ہیلیم   | سرخ    | ۴۰۶۵۶۴۸ | انگسٹروم والی اکائی |
| "       | "      | ۶۶۷۸۶۳۷ | "                   |
| ہیڈروجن | "      | ۶۵۶۳۶۰۴ | "                   |
| پارا    | نارنجی | ۶۱۵۲۶۳  | "                   |
| ہیلیم   | زرد    | ۵۸۷۵۸۷  | "                   |
| پارا    | "      | ۵۷۹۰۶۵  | "                   |
| "       | "      | ۵۷۶۹۶۵  | "                   |
| "       | سبز    | ۵۴۶۱۶۰  | "                   |
| ہیلیم   | "      | ۵۰۱۵۶۷۳ | "                   |

|     |         |         |        |
|-----|---------|---------|--------|
| " " | ۴۹۲۲۶۱۰ | " "     | " "    |
| " " | ۴۸۶۱۵۴۹ | ہیڈروجن | آسمانی |
| " " | ۴۷۱۳۰۲۵ | ہیلیم   | "      |
| " " | ۴۴۷۱۵۶۵ | بنفشتی  | "      |
| " " | ۸۳۵۸۶۶  | "       | پارا   |
| " " | ۴۳۳۰۶۶۶ | ہیڈروجن | "      |

واضح ہو کہ یہ خطوط طیف میں تقریباً مساوی فاصلوں پر  
پہلے ہوئے ہیں۔ ان سے تعمیر کا منحنی باسانی تیار ہو سکیگا۔





## فہرست اصطلاحات

## SOUND (آواہن)

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| A Antinode            | مذعقدہ                |
| B Beats               | ضربیں                 |
| F Frequency           | تعداد ارتعاش          |
| I Interference        | تداخل - تناقض         |
| K Kundt               | گنٹ                   |
| N Node                | عقدہ                  |
| P Pitch               | امتداد                |
| R Resonance           | گمک                   |
| S Siren               | گائون                 |
| Sonometer             | صوت پیم               |
| Stationary vibration  | مقیم ارتعاش           |
| T Tension             | تناؤ                  |
| Transverse vibration. | عرضی ارتعاش           |
| Tune                  | ہم سر کرنا - سر ملانا |
| V Velocity            | رفتار                 |
| W Wave-length         | طول موج               |
| Y Young's modulus     | ینگ کا لچک کا معیار   |

## LIGHT (نور)

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| A Absorption bands | بغربی بند |
| Accommodation      | توفیق     |

|                                 |                                          |
|---------------------------------|------------------------------------------|
| Altitude                        | ارتفاع                                   |
| Ångström Units                  | آنکسٹروم کی اکائیاں                      |
| Axis                            | محور                                     |
| Azimuth                         | السمت                                    |
| B Bunsen                        | بنسن                                     |
| C Calibration curve             | تعمیری منحنی                             |
| Candle-foot                     | بتی - فٹ                                 |
| Candle power                    | بتی طاقت                                 |
| Caustic curve                   | آتش منحنی                                |
| Chlorophyll                     | کلوروفیل - پتوں کا سبزہ لونی مادہ - مخضر |
| Collie (prof. J : N.)           | پروفیسر کوئی                             |
| Collimator                      | تواری گر                                 |
| Condensing lens                 | مکشف نور عدسہ                            |
| Conjugate foci                  | زوجی ماسکے                               |
| Constant deviation spectrometer | مستقل انحراف کا طیف پیم                  |
| Critical angle                  | زاویہ فاصل                               |
| Cross-wires                     | صلیبی تار                                |
| Curvature                       | انحناء                                   |
| D Deviation                     | انحراف                                   |
| Diopre(or diopter)              | ڈائی آپٹر، بصریہ                         |
| E Eye-lens                      | عدسہ چشم                                 |
| Eye-piece                       | چشمہ                                     |
| F Flicker Photometer            | ٹمٹماہٹ والا ضیاء پیم                    |
| Focal length                    | ماسکی طول                                |
| Fraunhofer lines                | فرادون ہوفر کے خطوط                      |

|                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| G Grubb (Sir Howard)               | سر ہارڈ گرب               |
| H Horizon glass                    | افقی شیشہ                 |
| I Incandescent                     | سفید روشن                 |
| Image                              | خیال                      |
| Index glass                        | اندکس شیشہ یا ٹائمنڈ شیشہ |
| Induction coil                     | امالی پلجا                |
| Interpolation curve                | ادراجی منحنی              |
| Iris                               | پردہ عنبیہ                |
| J Joly                             | جولی                      |
| L Leyden Jar                       | لائٹن کاسمرتبان           |
| Lumen                              | لومن                      |
| Lummer-Brodhun                     | لمر-بروڈھون               |
| Luminous flux                      | نوری نفاذ                 |
| Lux                                | لکس                       |
| M Microscope                       | خرد بین                   |
| Micro-millimetre ( $\mu\mu$ )      | میکرو ملی میٹر (م.م.)     |
| N Normal adjustment (of telescope) | (دور بین کی) طبعی ترتیب   |
| O Object glass                     | دیکھنے شیشہ               |
| Objective                          | عدسہ شخص                  |
| Optical bench                      | منظری تختہ                |
| Optical lantern                    | منظری قندیل               |
| P Parallax                         | اختلاف منظر               |
| Pentane lamp                       | پنٹین کا چراغ             |
| Photometer                         | ضیا پیم                   |
| Pole of mirror                     | آئینہ کا قطب              |

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| Principal focus           | اصلی ماسکہ           |
| Prism                     | منشور                |
| Projection lens           | نخل ڈالنے والا عدسہ  |
| Protractor                | زاویہ پیم            |
| R Range-finder            | حد گیر - ریج فائنڈر  |
| Real                      | حقیقی                |
| Reciprocal                | متکافی               |
| Refractive index          | انعطاف نما           |
| Rotation                  | تحویل                |
| Rumford                   | رمفورڈ               |
| S Sagitta                 | سیکٹایا عمق قوس      |
| Sextant                   | آر سدس               |
| Spark                     | شمارہ                |
| Spectroscope              | طیف نما              |
| Symmetric points          | متشاکل نقطے          |
| T Telescope               | دور بین              |
| Tenth-metre               | دسوا میتہ            |
| Terminal                  | سیرا                 |
| Total internal reflection | کلی داخلی انعکاس     |
| Turn-table                | ٹرن ٹیبل یا گردش میز |
| V Vacuum tube             | خلائی ٹی             |
| Virtual                   | مجازی                |
| W Wilson (Dr: W)          | ڈاکٹر ویلیوولسن      |



# اغلاط نامہ

نوٹ:۔ طبعیاً عملی۔ آواز و روشنی

غظبات دور رہی گئی  
ہیں ۶۰  
۲۱-۲-۶۵

| صفحہ | سطر | بجائے                           | پڑھا جائے                       |
|------|-----|---------------------------------|---------------------------------|
| ۱    | ۸   | آواز کی تعین                    | آواز کی قیاس کی تعین            |
| ۲    | ۱۱  | $\frac{17}{12}$ ش               | $\frac{22}{12}$ ش               |
| ۲    | ۱۵  | حذر المربع                      | حذر المربع                      |
| ۳    | ۴   | کسی معمولی پیش پر بھی           | کسی بھی معمولی پیش پر           |
| ۴    | ۱۸  | ابعاد                           | ابعاد                           |
| ۸    | ۲۴  | ل =                             | ل =                             |
| "    | ۲۵  | ل =                             | ل =                             |
| ۹    | ۱۹  | $\frac{17}{12} = \frac{17}{12}$ | $\frac{17}{12} = \frac{17}{12}$ |
| ۱۴   | ۱۲  | آگن تلی                         | آگن تلی                         |

| صفحہ | سطر  | بجائے         | پڑھا جائے     |
|------|------|---------------|---------------|
| ۱۴   | ۴۳   | چھوٹے         | چھوٹے         |
| ۱۸   | ۱۴   | مینڈ کی شکلوں | مینڈوں کی شکل |
| ۲۰   | ۳    | ینگ کے لپک کا | ینگ کا لپک کا |
| ۲۴   | ۱۴   | ایک کئی       | کئی           |
| "    | ۱۶   | وزن کی        | وزن کے        |
| "    | ۱۷   | باپیں         | باٹ           |
| ۲۵   | ۸    | ایک ڈوری      | ڈوری          |
| ۲۸   | ۲۱   | ترتیب دو      | ٹھیک کرو      |
| ۳۱   | ۶    | جاؤں          | جہول          |
| ۳۵   | ۱۰   | ایک تار       | تار           |
| "    | ۱۲   | ایک کافی      | کافی          |
| "    | ۱۳   | کرتیا جائے    | کر لی جائے    |
| ۳۶   | ۱۶   | ہوتے ہیں -    | ہیں -         |
| ۳۷   | ۲    | تفسیر         | تفسیرات       |
| ۴۱   | ۲    | خاص           | خاص           |
| ۴۳   | ۱۱   | عالم          | عالم          |
| ۴۴   | ۳    | البتوں        | البتوں        |
| ۴۹   | ۴    | یک مستوی      | ایک مستوی     |
| ۵۱   | ۱۸   | کلاس          | کلاس          |
| ۵۴   | ۹    | ن ش           | ن ش           |
| "    | آخری | کہنچکر        | کہنچکر        |
| "    | "    | البتین        | البتین        |
| ۵۵   | ۷    | سلٹ           | سیٹ           |

| صفحہ | سطر  | بجائے       | پڑھا جائے   |
|------|------|-------------|-------------|
| ۵۶   | ۱    | کی مستوی    | کے مستوی    |
| "    | ۱۷   | اسکی        | اسکو        |
| ۵۷   | ۳    | دائرہ       | دائرہ       |
| ۵۹   | ۸    | واقع شفا    | واقع شعاع   |
| ۶۰   | ۱۵   | زاویہ (ڈ)   | زاویہ (من)  |
| "    | آخری | ایک تاؤ     | تاؤ         |
| ۶۱   | ۸    | رشنی        | روشنی       |
| "    | ۱۷   | شعاع - واقع | شعاع واقع   |
| ۶۲   | ۱۰   | متذکرہ x    | متذکرہ      |
| ۶۳   | ۱۱   | شعاع -      | شعاع        |
| ۶۸   | ۱۹   | ہے          | ہے          |
| ۶۹   | ۳    | ہوا ہ پانی  | ہوا ہر شیشہ |
| ۷۰   | ۲    | ق، ق        | ق، ق        |
| ۷۱   | ۵    | ق، ع        | ق، ع        |
| "    | ۷    | س، ع        | س، ع        |
| "    | ۸    | لی جائیں    | لئے جائیں   |
| ۷۳   | ۱۵   | گسر         | کسر         |
| ۷۷   | ۴    | کے ایک      | کے          |
| ۷۹   | ۳    | اُسی        | اُس         |
| ۸۰   | ۱۴   | کینگے       | کینگے       |
| ۸۱   | ۴    | اباعد       | اُبعاد      |
| "    | ۶    | پنسل ایک    | پنسل        |

| صفحہ | سطر  | جائے                       | بڑھا جائے        |
|------|------|----------------------------|------------------|
| ۸۱   | ۱۵   | آئینو                      | آئینہ            |
| ۸۳   | ۱۳   | چھوٹے                      | چھوٹی            |
| "    | ۱۵   | گی                         | کی               |
| ۸۸   | ۱۲   | یہ                         | نہ               |
| "    | آخری | گئے                        | نئے              |
| ۹۳   | ۱۵   | محور                       | محور             |
| "    | ۱۶   | تو عدسہ                    | تو وہ عدسہ       |
| ۹۹   | ۲۱   | منہ                        | منہ              |
| "    | ۲۳   | بات رکھنی                  | بات یاد رکھنی    |
| ۱۰۰  | ۹    | ایک حقیقی                  | حقیقی            |
| ۱۰۵  | ۶    | طریقہ                      | طریقہ            |
| ۱۰۶  | ۱۲   | ایکین                      | لیکن             |
| ۱۰۹  | ۳    | گرو۔ اور والہین            | گرو۔ اور الہین   |
| ۱۱۰  | ۱۰   | ٹیل                        | ٹیل              |
| ۱۱۵  | ۱۸   | انعطاف نما                 | انعطاف نما       |
| ۱۱۶  | ۲    | بانٹ                       | مانع             |
| ۱۱۷  | ۷    | "                          | تابع             |
| ۱۲۰  | ۲    | کسر کے آگے مساوات کی علامت | (=) بڑھادی جائے۔ |
| ۱۲۱  | ۱۱   | غرضی                       | عرضی             |
| ۱۲۲  | ۱۲   | چمیر                       | چمیر             |
| ۱۲۳  | ۷    | موروں                      | موزوں            |
| ۱۲۵  | ۱۶   | بھ                         | بھ               |

| صفحہ | سطر        | بجائے          | پڑھا جاوے             |
|------|------------|----------------|-----------------------|
| ۱۲۶  | ۵          | (۹۵)           | (۹۵)                  |
| "    | ۸          | پیمائشی        | پیمائشی               |
| ۱۲۷  | ۸          | (ح)            | (خ)                   |
| ۱۳۱  | ۱۰         | گو             | کو                    |
| ۱۳۳  | ۱ اور ۲    | دونوں سطحیں اس | سطحوں میں سے کوئی سطح |
|      |            | جانب محذب ہوں  | اس جانب محذب ہو       |
| ۱۳۹  | ۷          | آء ب ۲         | ا ب ۲                 |
| ۱۴۵  | ۱۷         | سمت            | سمت                   |
| ۱۵۰  | ۱۱         | مکثف نور       | مکثف نور              |
| ۱۵۱  | ۲          | (جوابی)        | (نظیری)               |
| "    | شکل ۵۴ میں | فل ڈالنے والا  | فل ڈالنے والا         |
| ۱۵۳  | ۱۰         | شخص پر         | شخص کے                |
| "    | ۱۷         | ا-ک            | ا-ک                   |
| ۱۵۸  | ۵          | سہارا جاتا     | رکھا جاتا             |
| "    | ۱۶         | ہوتا ہے        | ہو                    |
| "    | ۲۰         | ایک لونی       | ایک لونی              |
| ۱۵۹  | ۱۵         | بٹھائے         | چمے ہوئے              |
| ۱۶۳  | ۱۲         | دور بین میں    | دور بین میں           |
| ۱۶۴  | ۱۴         | پہرتے          | پہیرتے                |
| "    | آخری       | پیمائش         | پیمائش                |

| صفحہ | سطر     | بجائے             | پڑھا جائے           |
|------|---------|-------------------|---------------------|
| ۱۶۶  | ۴ اور ۵ | اور زیادہ قریب    | جتنا قریب ہونا ممکن |
| ۱۶۷  | ۱       | ہو سکیگا۔         | ہو قریب ہو جائیگا   |
| ۱۷۱  | ۲       | دیکھو لو          | دیکھ لو             |
| ۱۷۳  | ۶       | کی انغولی محلول   | کے انغولی محلول     |
| ۱۷۴  | ۱۸      | ’فٹ پتی‘          | ’فٹ پتی‘            |
| ۱۷۵  | ۱۱      | پتی               | پتی                 |
| ۱۷۶  | آخری    | ضلعی              | ضلعی                |
| ۱۷۷  | ۲       | پہلے سے           | پہلے سے             |
| ۱۸۰  | ۱۲      | اس کا             | اس کا               |
| ۱۸۲  | ۱۹      | طاقت تنویر کا ایک | طاقت تنویر کا ایک   |
| ۱۸۴  | ۳       | موم پتی سے        | موم پتی سے          |
| ۱۸۶  | ۱۴      | حائل              | حائل                |
| ۱۸۷  | ۱۸      | یہذا اس           | یہذا اس             |
| ۱۸۸  | ۱۸      | مکشف              | مکشف                |
| ۱۸۹  | ۱۸      | ترین              | ترین                |



